

創造的活動における知識の組織的な活用方法に関する研究

著者	南野 謙一
学位授与機関	Tohoku University
URL	http://hdl.handle.net/10097/40154

創造的活動における知識の組織的な活用方法 に関する研究

東北大学大学院情報科学研究科

応用情報科学専攻

情報通信ソフトウェア学講座

博士課程後期 3 年の課程

木下研究室

A6ID4501

南野 謙一

目 次

第 1 章	序論	1
1.1	本研究の背景	1
1.1.1	大学教育における創造性の育成	1
1.1.2	本研究の必要性	2
1.2	本研究の目的	3
1.2.1	本研究の目的	3
1.2.2	研究課題	4
1.2.3	本研究の位置付け	5
1.3	本論文の構成	7
第 2 章	グループ発想法を用いて創造的な課題解決を支援するグループ学習手法	9
2.1	はじめに	9
2.2	岩手県立大学ソフトウェア情報学部のソフトウェア演習	11
2.2.1	演習内容	11
2.2.2	研究室および組織	11
2.2.3	授業計画およびグループ学習手法の実施時期	12
2.3	グループ発想法を用いたグループ学習手法の提案	12
2.3.1	学習者間の相互作用	12
2.3.2	個人のアイデアの発想	14
2.3.3	集団でのアイデアの発展	15
2.4	ソフトウェア演習への適用実験	18

2.4.1	目的および方法	18
2.4.2	仕様書における創造性の調査	22
2.5	コンピュータを用いたグループ学習手法	24
2.5.1	コンピュータを用いたグループ学習手法の適用実験	24
2.5.2	仕様書における創造性の調査	29
2.5.3	関連研究	32
2.6	考察	33
2.6.1	グループ学習手法の効果	33
2.6.2	グループの構成	33
2.6.3	コミュニケーションの必要性	34
2.6.4	ソフトウェア演習の創造的な課題解決に適したグループ学習手法	35
2.6.5	グループ学習手法における学生の指導	35
2.7	まとめ	36
第3章	創造的な課題解決を支援する同期コミュニケーションツール	37
3.1	はじめに	37
3.2	アイデア評価をもとにしたコミュニケーションに基づくグループ発想支援手法	38
3.2.1	シートの電子化に伴う問題	38
3.2.2	アイデア評価をもとにしたコミュニケーションに基づくグループ発想手法	39
3.2.3	同期コミュニケーションツール	41
3.2.4	コミュニケーション機能	42
3.3	ソフトウェア演習への適用実験	44
3.3.1	目的および方法	44
3.3.2	実験結果	44
3.3.3	創造性の調査	50
3.4	考察	52

3.4.1	同期コミュニケーションツールの有効性	52
3.4.2	組織活動における問題共有・解決への応用	53
3.5	まとめ	54
第4章	創造的な課題解決を支援する非同期コミュニケーションツール	55
4.1	はじめに	55
4.2	非同期コミュニケーションによるグループ発想支援手法	56
4.2.1	非同期コミュニケーションによるグループ発想法	56
4.2.2	非同期コミュニケーションツール	59
4.3	ソフトウェア演習授業への適用	61
4.3.1	適用実験	61
4.3.2	比較ツール	62
4.3.3	双方のツールの動作	64
4.3.4	分析と評価	68
4.4	考察	79
4.4.1	双方のツールによる効果	79
4.4.2	双方のツールの活用方法	80
4.4.3	関連研究との比較	81
4.5	まとめ	82
第5章	結論	83
5.1	本研究成果のまとめ	83
5.1.1	本研究の背景	83
5.1.2	各章の要約	84
5.1.3	本研究の効果	85
5.2	今後の課題	87
5.2.1	グループ発想法およびグループ学習手法の有効性調査	87
5.2.2	同期・非同期コミュニケーションツールの有効性調査	87

謝辭	89
参考文献	91
著者発表論文	95

目 次

1.1	本研究の対象領域	6
1.2	本論文の構成	7
2.1	ブレインライティング法 (利用しやすいように改良されたルール [13])	16
2.2	本研究のグループ発想法	17
2.3	コンピュータを用いたグループ学習手法	25
2.4	コンピュータを用いた個人のアイデアの発想	26
2.5	コンピュータを用いた集団でのアイデアの発展	27
3.1	コンピュータを用いたグループ発想法	39
3.2	前向きなアイデア評価をもとにしたコミュニケーションのルール	40
3.3	グループ発想法の拡張	42
3.4	同期コミュニケーションツール	43
3.5	実行画面 (Applet)	45
3.6	実行画面 (Web ページ)	46
3.7	チャットコミュニケーションの時間	47
3.8	チャットコミュニケーションのメッセージの回数	48
3.9	チャットコミュニケーションのメッセージの平均文字数	48
3.10	創造的な内容を含むチャットコミュニケーションのメッセージの回数	49
3.11	アイデア評価の平均点	49
4.1	非同期コミュニケーションによるアイデア発展のルール	57

4.2	非同期コミュニケーションによるアイデア評価のルール	58
4.3	エージェントによる非同期コミュニケーションツール	60
4.4	比較ツール	63
4.5	非同期コミュニケーションツールのメッセージ例	65
4.6	非同期コミュニケーションツールの結果通知例 (メンバ 2 宛)	66
4.7	シート機能の実行画面例	67
4.8	コミュニケーション機能の実行画面例	67
4.9	グループ 1 におけるメッセージ送信に要した時間	69
4.10	グループ 2 におけるメッセージ送信に要した時間	70

表 目 次

2.1	ソフトウェア演習 B の授業計画	13
2.2	ソフトウェア演習 C の授業計画	13
2.3	レポート (グループ学習手法あり)	21
2.4	レポート (グループ学習手法なし)	21
2.5	アンケート結果 (有効回答 15)	22
2.6	仕様書における創造性 (グループ学習手法あり)	23
2.7	仕様書における創造性 (グループ学習手法なし)	23
2.8	創造性のある仕様書	23
2.9	レポート (グループ学習手法あり)	30
2.10	レポート (グループ学習手法なし)	30
2.11	仕様書における創造性 (グループ学習手法あり)	31
2.12	仕様書における創造性 (グループ学習手法なし)	31
2.13	創造性のある仕様書 (コンピュータ)	31
3.1	アイデアの量と質	51
3.2	仕様書における創造性	52
4.1	同期コミュニケーションツールにおけるメッセージ数	71
4.2	同期コミュニケーションツールにおけるアイデア発展のメッセージ数	71
4.3	アイデアの量と質	73
4.4	非同期コミュニケーションツールにおける流暢性	73
4.5	同期コミュニケーションツールにおける流暢性	73

4.6	非同期コミュニケーションツールにおける独自性	76
4.7	同期コミュニケーションツールにおける独自性	76
4.8	仕様書における創造性 (評価者 15 名)	79
4.9	先行研究の評価実験におけるアイデアの量と質	80
4.10	先行研究の評価実験における流暢性	80

第1章 序論

第1章では，本研究を行うに至った背景について概説し，本研究の対象とする創造的活動および既存研究に対する本研究の位置付けを示す．また，本研究の目的と課題を具体化する．

1.1 本研究の背景

1.1.1 大学教育における創造性の育成

近年，日本技術者教育認定機構（JABEE）の認定基準における学習・教育目標の設定に示されているように，大学教育では，創造性を考慮した，専門知識を問題解決に応用できる能力，社会の要求を解決するためのデザイン能力，の育成が重視されてきている [9]．国外においても，IS2002 モデルカリキュラム [7] には，情報システム分野の専門職に必要な創造性の育成が含まれており，IT（Information Technology）カリキュラムにおいても課題解決およびプログラミング等に創造性の育成が必要であるとの議論が行われている [8]．

このような創造性の育成に対する取り組みの一つとして，大学教育ではグループ学習手法により課題を解決する講義，演習が広く行われている．グループ学習手法では，小集団を形成することにより，一斉学習では，なかなか生じにくい学習者間の相互作用を生じさせ，接触しあうことにより思考の拡大・深化を図ることができる [1]．すなわち，グループ学習手法により，課題解決のためのアイデアの発想・発展などの学習者間の創造的な相互作用を生じさせる．

しかし，グループのメンバにそのような活動を任せ，期待する手法であるため，能力の高いメンバが先導してしまい能力の低いメンバが積極的に参加できない，他のメンバに同調するだけの消極的なメンバが現れるなど，必ずしも期待した結果とはならないという問

題がある．したがって，創造的課題解決を効果的に行わせるためには，積極的にメンバー間の相互作用を生じさせる支援が必要である．

そのような相互作用を直接的に支援する方法の一つとして，グループ学習手法に既存の発想法を適用し，アイデアの発想・発展を促進させる手法も提案されている [11]．既存の発想法の適用により，アイデアの発想・発展などの相互作用に対する，ルールおよびフローを与え，効果的にグループ学習手法を行えるようにする．すなわち，従来のグループ学習手法に比べ，議論などのコミュニケーションにおける進行役や調整役の負担を減らし，創造的活動そのものに集中させることができる．しかしながら，前述の問題の解決とまでには至っておらず，グループのメンバー全員を積極的に参加させる支援がさらに必要である．

1.1.2 本研究の必要性

前節で述べたように，大学教育では創造性の育成が求められている．そのため，創造性を育成する取り組みとしてグループ学習手法が実践されているが，創造的な活動に消極的なメンバーが現れることなどが問題となっている．したがって，グループのメンバー全員に対する創造性の育成を考慮する必要がある．そのためのグループ学習手法が求められている．

しかし，従来のグループ学習手法では主に，学習者の教え合いや，作業の共同体験による言葉で表現しづらいノウハウの獲得といった学習者間の相互作用を促進させるものが多く，創造的な相互作用を直接的に支援していない．また，既存の発想法を適用し直接的に支援する場合においても，グループで共通の課題を対象とした課題解決を行わせることを目的としているため，一般的にグループのメンバー全員の創造性を育成できるとはいえないものとなっている．したがって，グループのメンバー全員の創造的な活動を支援するために，メンバーの知識を組織的に活用するような相互作用を促進させる手法を確立する必要がある．

これに加え，このようなグループ学習手法に従い教員などが容易に実施でき，なおかつグループのメンバーが効果的に創造的活動を行うことができる支援ツールが実現できれば，創造性を育成する教育の普及に貢献できる．さらに，コンピュータネットワークを活用することにより，時間的・空間的制約が少なくなるため，大学教育の範囲を超えた応用が可能となる．すなわち，学生が大学を卒業後に活用したり，一般の人々の創造的な活動を支

援するために活用したりすることができるようになる。

このような一般の人々の課題解決を促進する手法の確立と支援ツールの実現は，次世代の社会であるサイバー社会（実空間とデジタル空間の連携・統合に基づいて形成される強化・拡張された現実社会）[39]の実現に貢献することができる．特に，その基盤となるソフトウェアであるソーシャルウェア（現実社会から継承したり，サーバー社会の中で新たに創造される規範などを効果的に活用して，メンバやグループの活動を支援するソフトウェア）の実現に貢献することができることから，必要かつ重要である．

1.2 本研究の目的

1.2.1 本研究の目的

本研究では，組織（グループ）による創造的活動を対象とし，メンバ全員が積極的に参加し効果的に課題解決を行うことができる，知識の組織的な活用方法を確立することを目的とする．この目的達成のために，知識の組織的な活用方法を定めたグループ発想法を提案する．そして，大学教育における創造性の育成のために，これを導入したグループ学習手法を提案する．

本研究では，大学教育における演習授業であるソフトウェア演習（またはプログラミング演習）において行われる創造的な課題解決を対象とする．創造性を試す課題として，これまでに学習した知識の応用力が試される総合演習課題の中で，個々の学習者が与えられた条件に従い，仕様を定めソフトウェアを設計・開発する問題を設定する．その課題解決を効果的に行うグループ学習手法を提案する．このため，グループで共通の課題解決を行う従来のグループ学習手法ではなく，個人の課題解決を効果的に行わせるために，組織（グループ）を形成しその知識を組織的に活用するグループ学習手法を確立する．

また，創造性を育成する教育の普及および，教育以外への応用として，組織による創造的活動を対象に容易に実践できるようにする．そのため，提案手法を指導者や参加者が容易に実行でき，なおかつグループのメンバが効果的に創造的な活動を行うことができる支援ツールを実現することを目的とする．

本研究では応用範囲の広い支援ツールを実現するために，コンピュータネットワークに

よる同期コミュニケーション，非同期コミュニケーションのそれぞれの利点を活かした2種類の支援ツールの実現を目的とする．同期コミュニケーションによる支援ツールでは，紙のシートを用いたグループ学習手法では不可能であった，即時性を活かしたメンバの相互作用の促進および作業の効率化を支援する．一方，非同期コミュニケーションによる支援ツールでは，個々のメンバのタイミングでメッセージを発信できる非同期性を活かし，作業効率は多少落とすことになるが個々のメンバに対する時間による制約が少ない創造的活動を支援する．

1.2.2 研究課題

従来のグループ学習手法では，課題解決のためのアイデアの発想・発展などの学習者間の創造的な相互作用を促進させる直接的な支援を行わず，グループに任せているものが多い．また，既存の発想法を用いてアイデアの発想・発展などの相互作用を促進させ，直接的に支援を行うものがあるが，グループで共通の課題を対象とした課題解決を行わせているため，一般にグループのメンバ全員の創造性の育成を考慮しているとはいえないものとなっている．

一方，発想を行う主体を人間とし，コンピュータを用いて既存の発想法を拡張したグループ発想支援ツールやシステムに関する研究が行われているが，グループ全体で優れたアイデアを発想することを目的としているため，同様にグループのメンバ全員の創造性を育成できるとは必ずしもいえないものとなっている．なおかつ，大学の演習授業の授業時間・履修人数などの制約から，グループ学習手法の実践的な適用が難しいものも多い．

このため，グループのメンバ全員が積極的に参加し効果的に課題解決を行うことができる，知識の組織的な活用方法を確立するためには，以下の課題を解決する必要がある．

(T1) グループのメンバ全員の創造的活動を支援することを目的とした，知識の組織的な活用方法の確立

(T2) 大学教育および教育以外への応用において，指導者または参加者が容易に実践でき，なおかつ効果的にグループの創造的活動を支援することのできるツールの実現

本論文では，知識の組織的な活用方法を定めた新たなグループ発想法を提案し，これを導入した新たなグループ学習手法を提案することにより，T1 を解決する．さらに，コンピュータネットワークによる同期コミュニケーション，非同期コミュニケーションのそれぞれの利点を活かした 2 種類の支援ツールを実現することにより，T2 を解決する．

1.2.3 本研究の位置付け

図 1.1 に本研究の対象領域を示す．研究の対象領域を明確化するため，知識の組織的な活用方法に関する研究を「重視する活動の主体」と「重視する相互作用」の 2 軸により分類する．

グループのメンバの活動および相互理解・評価を重視する例としては，学習者同士による評価（ピア・レビュー）を取り入れたグループ学習手法 [4] がある．生田目 [4] は，ピア・レビューを取り入れたグループ学習手法を提案し，評価実験から各自の足りない部分をグループ学習手法でお互いに教えあい，知識を補強し獲得していくという効果を確認している．

また，グループ全体の活動および相互理解・評価を重視する例としては，2 人で 1 台のコンピュータを用いて 1 つのタスクを行う開発技法であるペアプログラミング [6] を取り入れたグループ学習手法がある．Williams[5] らは，ペアプログラミングを大学生に対して行った評価実験から，ソフトウェアの品質向上と開発時間の短縮を確認している．

これらの研究と同様に，従来のグループ学習手法では主に，学習者の教え合いや作業の共同体験による言葉で表現しづらいノウハウの獲得といった相互理解・評価を重視した相互作用を促進させる支援を行い，課題解決のためのアイデアの発想・発展といった創造的な相互作用を直接的に支援していない．

一方，発想を行う主体を人間とし，コンピュータを用いて既存の発想法を拡張したグループ発想支援ツール / システムに関する研究が行われている．創造的思考は，ただ 1 つの正答を導くような思考である収束的思考と，多くの解決策を発想する発散的思考に区別できる [18]．また，発想法は，発散的思考を用いてアイデアを発想する発散技法，収束的思考を用いてアイデアを発想する収束技法，その両方を併せ持つ統合技法等に分類される [19]．ブレインストーミング法により発散的思考を行わせ，KJ 法により収束的思考を行わせるグ

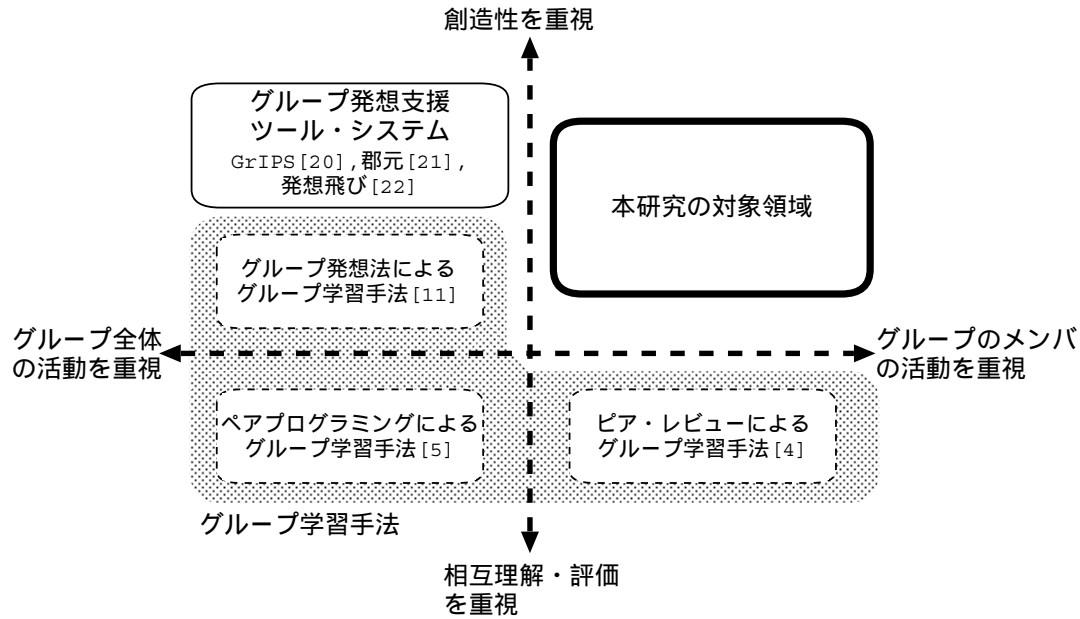


図 1.1 本研究の対象領域

グループ発想支援ツール/システムに関する研究も広く行われている [20][16][21]。また、既存の発想法を組み合わせただけのものとして、ブレインストーミング法とブレインライティング法の利点を融合したグループ発散的思考支援ツール [22] や、形態分析法と Input-Output 法を応用した発想支援システム [23] などがある。これらのグループ発想支援ツール/システムでは、グループ全体で優れたアイデアを発想することを目指すことから、グループ全体の活動および創造性を重視した例としてとらえることができる。また、既存の発想法を適用したグループ学習手法 [11] も同様に、グループ全体の活動および創造性を重視した例としてとらえることができる。

これに対し本研究では、グループのメンバーの活動および創造性を重視する。すなわち、個人のアイデアを大切に、グループで各メンバーのアイデアを、同時にかつ独立に発展させることを目指す。したがって、グループとしての創造的な活動ではなく、グループのメンバーの創造的な活動を促進するために、グループの知識を組織的に活用する。本研究には、個々のメンバーの課題解決を効果的に行わせるために組織（グループ）を形成し、その知識を組織的に活用するという特徴がある。したがって、その組織のメンバー全員がそれぞれの課題解決を行うため、メンバーの参加意欲の偏りを減少させることができる。

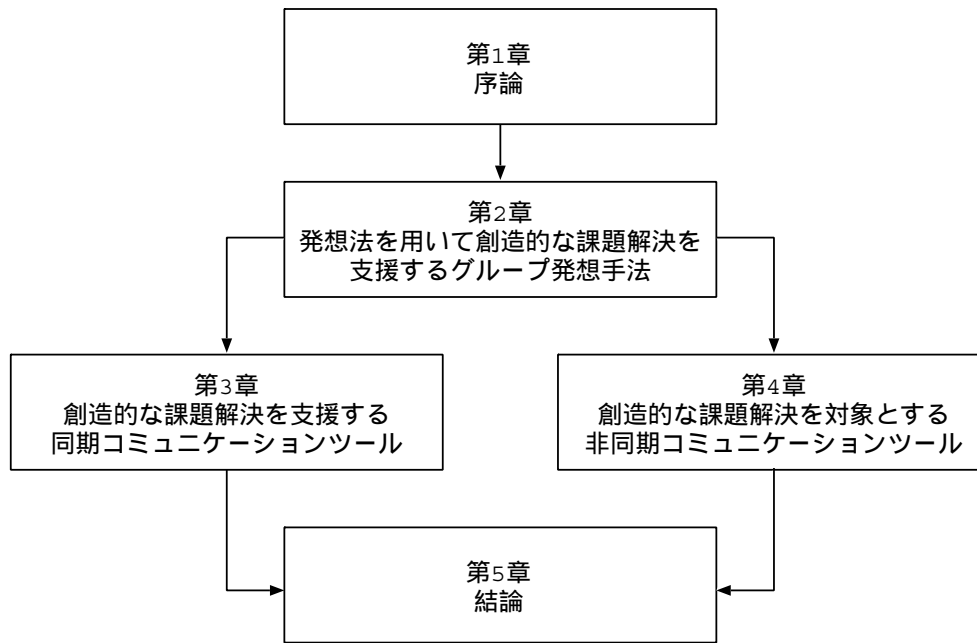


図 1.2 本論文の構成

1.3 本論文の構成

図 1.2 に本論文の構成を示す。本論文は全 5 章から構成される。第 1 章「序論」では、本論文の研究背景を概観し、関連研究を含めた現状と本研究の位置付けを示した。また、本研究の目的と研究課題について述べた。

第 2 章「グループ発想法を用いて創造的な課題解決を支援するグループ学習手法」では、知識の組織的な活用方法を定めた新たなグループ発想法を提案する。そして、大学教育における創造性の育成のために、これを導入した新たなグループ学習手法について述べる。また、大学演習授業への実践的な評価実験により、提案手法の有効性を示す。

第 3 章「創造的な課題解決を支援する同期コミュニケーションツール」では、コンピュータネットワークによる同期コミュニケーションを活用し、紙のシートを用いたグループ学習手法では不可能であった、即時性を活かしたメンバの相互作用の促進および作業の効率化を行う支援手法について述べる。また、大学演習授業への実践的な評価実験により、提案手法の有効性を示す。

第 4 章「創造的な課題解決を支援する非同期コミュニケーションツール」では、個々の

メンバのタイミングでメッセージを発信できる非同期性を活かし，空間的・時間的制約が少ない創造的活動を支援する手法について述べる．また，大学演習授業への実践的な評価実験により，提案手法の有効性を示す．

第5章「結論」では，本論文のまとめと本研究の貢献についてまとめ，今後に残された課題について述べる．

第2章 グループ発想法を用いて創造的な課題解決を支援するグループ学習手法

第2章「グループ発想法を用いて創造的な課題解決を支援するグループ学習手法」では，1.2.2節で述べた(T1)の解決を目指し，グループの創造的活動の促進およびグループのメンバ全員の創造性の育成を目的とする．この目的の達成のために，知識の組織的な活用方法を定めた新たなグループ発想法を提案する．そして，大学教育における創造性の育成のために，これを導入した新たなグループ学習手法を提案する．これによって，グループのメンバ全員が積極的に参加し，それぞれの知識を活用することによって創造的な課題解決を行うことが可能になり，課題(T1)の解決に寄与する．

2.1 はじめに

近年，大学教育ではグループ学習手法により課題を解決する講義，演習が広く行われている．グループ学習手法は，小集団を形成することにより，一斉学習では，なかなか生じにくい学習者間の相互作用を生じさせ，接触しあうことにより思考の拡大・深化を図ることを目的としている[1]．

ソフトウェア演習（またはプログラミング演習）におけるグループ学習手法では，学習者の教え合い，作業の共同体験による言葉で表現しづらいノウハウの獲得，課題解決のためのアイデアの発想・発展などの学習者間の相互作用が期待できる．従来の研究では，比較的短い時間で課題解決を行うグループ学習手法から，長期的にソフトウェア開発を体験させる課題[2]やプロジェクト課題[3]に取り組ませるグループ学習手法まで様々な事例が

報告されている。

グループ学習手法を効果的に行わせるためには、積極的な学習者間の相互作用を生じさせる工夫が必要である。このため、グループ学習手法に新たな仕組みを取り入れる研究が行われている。生田目 [4] は、学習者同士による評価（ピア・レビュー）を取り入れたグループ学習手法を提案し、評価実験から各自の足りない部分をお互いに教えあい、知識を補強し獲得していくという効果を確認している。Williams[5] らは、2人で1台のコンピュータを用いて1つのタスクを行う開発技法であるペアプログラミング [6] を大学生に対して行った評価実験から、ソフトウェアの品質向上と開発時間の短縮を確認している。これらの研究と同様、従来の研究では主に、学習者の教え合いや作業の共同体験による言葉で表現しづらいノウハウの獲得といった学習者間の相互作用を促進させる仕組みを与えるものが多い。しかしながら、課題解決のためのアイデアの発想・発展といった創造的な相互作用も行われており、これを促進させる仕組みを与える必要がある。

そこで本章では、学習者間の相互作用による、課題解決のためのアイデアの発想・発展を促進させるため、グループ発想法を取り入れたグループ学習手法を提案する。IS2002 モデルカリキュラム [7] には、情報システム分野の専門職に必要な創造性の育成が含まれており、IT (Information Technology) カリキュラムにおいても課題解決およびプログラミング等に創造性の育成が必要であるとの議論が行われている [8]。また、日本技術者教育認定機構 (JABEE) による技術者教育プログラムの認定基準 [9] では、高等教育機関における技術者教育プログラム一般を対象に、創造性を考慮した、専門知識を問題解決に応用できる能力、社会の要求を解決するためのデザイン能力の育成を重視している。

これらを踏まえ、ソフトウェア演習を対象としたグループ学習手法を提案する。これまでに、情報システムの上流工程における要求定義を対象に、ブレインストーミング法などの発想法を用いて問題点の発見、解決の考察を行わせる試みは広く行われているが [10]、それとは異なりプログラミングを対象とした創造的な課題解決にグループ発想法を用いる [12]。

本研究では、個々の学習者が与えられた条件に従い、仕様を定めソフトウェアを設計・開発する課題を取り上げる。創造的な課題解決は、どのような目的で何を実現するのかを定める要求定義、どのように実現するのかを定める設計・開発において行われる。岩手県

立大学ソフトウェア情報学部では，1 年次より研究室に学生を配属し，講座単位での少人数教育によるソフトウェア演習を実施している．本学部のソフトウェア演習にグループ学習手法を適用する．本研究は，我々の研究室におけるソフトウェア演習のみを対象に試験的に行っているものである．

2.2 岩手県立大学ソフトウェア情報学部のソフトウェア演習

2.2.1 演習内容

岩手県立大学ソフトウェア情報学部では研究室単位で，1 年次後期のソフトウェア演習 B，2 年次前期のソフトウェア演習 C という授業を行い，C 言語によるソフトウェアの開発方法を学習する¹．ソフトウェア演習 B では，ソフトウェアを開発する上で必要となるプログラミング言語の基本文法を習得することを目標とし，ソフトウェア演習 C では，ソフトウェアを開発する上で必要となる，ツールの利用法，アルゴリズムとデータ構造，要求仕様からのソフトウェアの設計開発能力の習得を目標としている．どちらの授業においても，本学部の共通のテキストに沿って進められる．学生には，毎回の演習後に学習した内容についてのレポート課題が出題され，原則として，すべてのレポートが合格である場合に単位が与えられる．レポート課題には，必須課題と自由課題がある．

2.2.2 研究室および組織

研究室には，数名の教員，各学年 10 名程度の学部学生と大学院学生が所属している．1 ～ 3 年生の学部学生が学生研究室に，4 年生と大学院学生が講座研究室に配属されている．学生には，1 人 1 台の UNIX ワークステーションが用意されている．学生は研究室に 24 時間自由に入出入りできる．

ソフトウェア演習は，学生研究室で行われ，教員およびティーチングアシスタント（大学院学生）が担当する．学生研究室において学生には，同学年との横のつながり，上級生と下級生との縦のつながりがある．レポート課題に取り組む場合などには，教員，ティーチングアシスタントに加えて，同級生および上級生に教わることができる．

¹ソフトウェア演習 A を 1 年次前期に実施しているが，ソフトウェア情報学部で必要となる情報リテラシの基礎を身につけることを目標としたものである．

2.2.3 授業計画およびグループ学習手法の実施時期

ソフトウェア演習 B, C の授業計画を表 2.1 表 2.2 に示す。演習は週 1 回 90 分の授業を 15 回実施している。ソフトウェア演習 B, C の最終回は総合演習であり、これまでに学習した知識が試される課題が出題される。本研究のグループ学習手法では、総合演習における創造的な課題解決を対象とする。ソフトウェア演習 B, C の総合演習における課題の概要を次に示す。

1. 選択肢の中から次の行動を選択していくことにより結末に辿り着くゲームの作成(演習 B)

複数のシーンから構成されるシナリオを考え、各シーンにおける選択肢とプレイヤーの状態を決める。プレイヤーの状態は構造体で定義する。また、シナリオを構成するシーンは関数として作成する。シーン関数では選択肢の入力等の処理をするとともにプレイヤーの状態を表す構造体の値を変化させる。

2. 住所録管理アプリケーションの作成(演習 C)

住所録データ(1レコード中に氏名、住所、メールアドレス等)を格納し、データの表示、保存、読み込み、検索、ソート等の機能を作成する(これは全員共通の基本仕様である)。さらにそれらの機能に対して、創意工夫を行うか、新たな機能を追加する(対象とするのはこの部分である。学生は個別に仕様を決定する)。

2.3 グループ発想法を用いたグループ学習手法の提案

2.3.1 学習者間の相互作用

本章では、学習者間の相互作用による、課題解決のためのアイデアの発想・発展を促進させるため、グループ発想法を取り入れたグループ学習手法を提案する。プログラミングを対象とした創造的な課題解決にグループ発想法を用いて、学習者個人のアイデアを、集団によりソフトウェアとして実現可能なアイデアへと発展させるグループ学習手法は新しい試みである。本研究では発想法(発想技法または思考法とも呼ばれる)を、短い時間でアイデアを出すことができるように設定されたルール(マニュアル)であり、誰でも使用

表 2.1 ソフトウェア演習 B の授業計画

実施回	演習内容
1	ソフトウェア開発概説および C 言語初歩
2	C 言語文法基礎 (1) – 宣言と式
3	C 言語文法基礎 (1) – 制御構造
4	C 言語文法基礎 (2) – データ型, 関数 (1)
5	C 言語文法基礎 (2) – 関数 (2), 変数のスコープ
6	復習 1
7	変数と型 (1) – 配列
8	変数と型 (1) – ポインタ
9	変数と型 (1) – 配列とポインタ
10	復習 2
11	変数と型 (2) – 構造体
12	変数と型 (2) – 構造体の関数など
13	変数と型 (2) – 構造体の応用
14	復習 3
15	総合演習

表 2.2 ソフトウェア演習 C の授業計画

実施回	演習内容
1	C 言語開発環境 – コンパイルの仕組みなど
2	C 言語開発環境 – make, デバッガ
3	ライブラリの利用 – 標準ライブラリ
4	ライブラリの利用 – 標準, 数学ライブラリ
5	アルゴリズムとデータ構造 (1) – ソート
6	アルゴリズムとデータ構造 (1) – ソート
7	アルゴリズムとデータ構造 (2) – リストと木構造
8	アルゴリズムとデータ構造 (2) – リストと木構造
9	アルゴリズムとデータ構造 (2) – リストと木構造
10	アルゴリズムとデータ構造 (3) – グラフ
11	アルゴリズムとデータ構造 (3) – グラフ
12	総合演習 – システムの設計と開発およびテスト
13	総合演習
14	総合演習
15	期末試験

可能なもの [13] ととらえる。グループ発想法をグループ学習手法に取り入れることにより、ソフトウェア演習の限られた時間の中で、課題解決のためのアイデアを発想・発展させることができるように学習者間の相互作用を促進させる。

このため本研究のグループ学習手法は、個人のアイデアを発想させる段階、個人のアイデアを集団で発展させる段階から構成される。個人のアイデアを発想させる段階では、個人用の発想法を用いて多くのアイデアを出しその中から最も良いアイデアを選び出す作業を行う。個人のアイデアを集団で発展させる段階では、グループ発想法を用いて個人のアイデアをグループの他のメンバによって発展させ最終案としてまとめる作業を行う。集団で発展させる段階では、実現可能なアイデアとして発展させることが目的である。学習者は、グループ学習手法により得られたアイデアをもとに仕様を定め、ソフトウェアの設計・開発に取り掛かることになる。本学部の他の研究室の演習では、このアイデアを出す作業は学生に自由に行わせており、特別な支援を行っていない。

2.3.2 個人のアイデアの発想

個人のアイデアを発想させる段階では、焦点法 (focused object technique) を採用する。焦点法とは、全く関係ないものを強制的に結びつけて、新しいアイデアを得ようとする発想法である [13]。焦点法を採用した理由は、ルールの習得、実行が容易であり、身近なものを材料に斬新なアイデアを沢山出せるためである。焦点法のルールと例を次に示す。

- 焦点法のルール [13]

1. 課題を決定する
2. 課題と無関係な対象を決める
3. 対象の特性 (要素や特徴) を列挙する
4. 対象の特性と課題を結びつける

- 例

1. 斬新なペンを考案する
2. ワープロを無関係な対象とする
3. ワープロの特性 (要素や特徴) を列挙する
 - (a) データを記憶できる

- (b) フォントを変更できる
 - (c) 図形を描くこともできる
4. ワープロの特性とペンを結びつける
- (a) 書いた文字や音声を記憶できるペン
 - (b) 筆跡を変えられるペン
 - (c) コンパスや定規としても使えるペン

2.3.3 集団でのアイデアの発展

個人のアイデアを集団で発展させる段階では、ブレインライティング法 (brain-writing technique) のアイデアを発展させるルールを取り入れるが、ソフトウェア演習での学習者間の相互作用を促進させるように改良した、新たなグループ発想法を提案する。ブレインライティング法は 6・3・5 法をもとにバツェル記念研究所で開発された発想法である [14]。図 2.1 に示すように縦 6 欄×横 3 欄あるシートを使い、6 人のメンバで 3 つのアイデアを 5 分毎に発言をせずに発展させていく (利用しやすいように改良されたルール [13])。ブレインライティング法には、グループのメンバに暗黙のうちに競争心を呼び起こさせ課題に懸命に取り組ませる効果がある [13]。

本研究では、焦点法によるアイデアのうち、学習者が最も良いものであると選択したアイデアをグループで発展させること、学習者間のコミュニケーションを大切にすることを目的とし、ソフトウェア演習に適用させるためルールを改良した。改良した主な点は、メンバとアイデアの数の変更、メンバ毎にシートを使用するのではなく 1 枚のシートをメンバでまわしコミュニケーションを行えるようにしたことである。これにより、発想するアイデアの数は減少するが、個々の学習者のアイデアを互いに理解しながら発展させることができる。図 2.2 に改良したブレインライティング法を示す。そして、ブレインライティング法のルール (利用しやすいように改良されたルール [13]) および改良版のルールを次に示す。

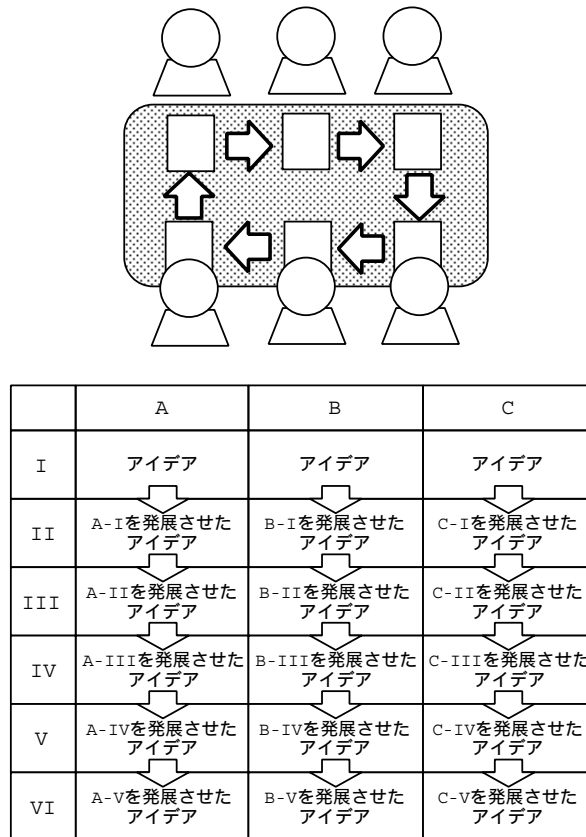


図 2.1 ブレインライティング法（利用しやすいように改良されたルール [13]）

- ブレインライティング法のルール（利用しやすいように改良されたルール [13]）
 1. 課題を決定する
 2. 各メンバがシートの I の A, B, C の欄に 5 分で 3 つのアイデアを書き込む
 3. 5 分後, シートを隣りのメンバに渡す
 4. 各メンバが II に前のメンバが書いたアイデアを発展させるようなアイデアを書き込む（5 分で 3 つのアイデアを書き込む）
 5. これを順次繰り返し, VI まで書き終えて 1 ラウンド終了となる
 6. 各シート（シート全体で 108 個のアイデアが書き込まれている）から優れたアイデアを選ぶ

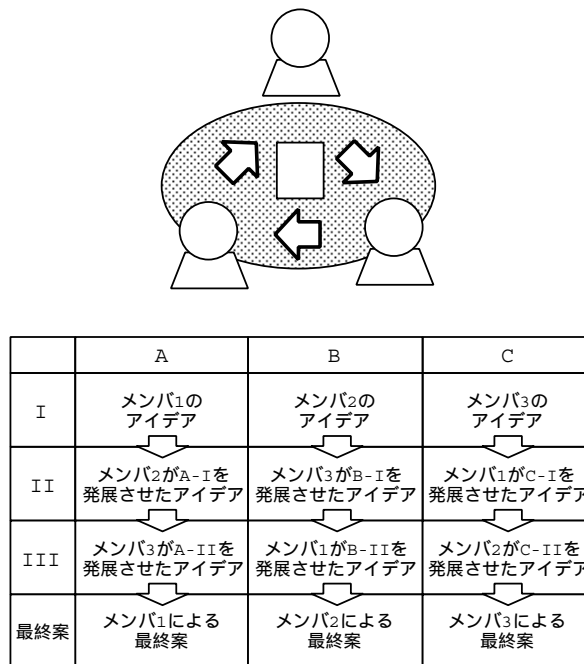


図 2.2 本研究のグループ発想法

● 本研究のグループ発想法のルール（改良版ブレインライティング法のルール）

1. グループの各メンバ（図 2.2 では 3 名）がシートの I の A, B, C の欄に焦点法で得られたアイデアを 1 つずつ書き込む
2. シートをまわしながら各メンバが II に前のメンバが書いたアイデアを発展させるようなアイデアを 1 つずつ書き込む（このとき，批判せず前向きにコミュニケーション（質疑応答など）を行う）
3. 同様に，各メンバが III に前のメンバが書いたアイデアを発展させるようなアイデアをコミュニケーションを行いながら 1 つずつ書き込む
4. メンバ全員が発展させるアイデアを書き込んだら，I のアイデアを出したメンバがそれぞれアイデアの最終案をまとめる²

²グループ学習手法に，アイデアを発展させるだけの役割をするメンバ（上級生等）を参加させることもできる．これにより，アイデア数を増やすことができる．

2.4 ソフトウェア演習への適用実験

2.4.1 目的および方法

実験の目的は、第 1 に、誰でも使用可能であり、短い時間でアイデアを出すことができる発想法を用いて学生がグループ学習手法を実施できるかを調査することである。具体的には、被験者の観察および事後アンケートにより、2 種類の発想法のルールの習得、アイデアの数、所要時間を調査する。第 2 に、グループ学習手法の効果を総合演習課題のレポートにより調査することである。具体的には、グループ学習手法を行った学生のレポートと、比較対象としてグループ学習手法を行っていない学生のレポートの内容を調査する。

グループ学習手法の課題には、ソフトウェア演習 C の総合演習課題「住所録管理アプリケーションの機能に対して、創意工夫を行うか、新たな機能を追加する」(2.2.3 節 (2)) を取り上げる。本調査では、ソフトウェア演習 C のまとめである難易度の高い課題に対して適用実験を試みる。グループ学習手法の実施方法は、焦点法、本研究のグループ発想法、それぞれについてシートを用意し、そのシートに記入させることとした。シートにはルールと例が示されており必要な事柄のみを記入すれば良いようになっている。最初に課題内容、グループ学習手法のやり方について説明した後、グループ学習手法を実施する。事前にグループ学習手法などの説明は行わない。

本研究のグループ発想法では、9 名の 2 年次学生を 3 名 1 組のグループ 3 つに分け実施した。グループ分けは教員から指示せず自由にさせた。また、アイデアを出す時間は 1 人 5 分を目安とし、5 分毎に学生に時間を知らせた。多少の時間の増減は認め、アイデアを記入した後シートをまわすこととした。対象者、実施時期、実施場所は次の通りである。

対象者 2 年次学生 (ソフトウェア演習 C 履修者)

実施時期 2004 年度前期 (ソフトウェア演習 C)

実施場所 本研究室 (渡邊研究室)

実施結果

すべての学生がグループ学習手法のルールを理解しソフトウェア演習の時間内で課題解決のアイデアを発想することができていた。次に、焦点法、本研究のグループ発想法につ

いて、それぞれ実施結果を示す。

(1) 焦点法

学生全員が焦点法のルールを理解することができていた。各自が住所録管理アプリケーションとは無関係な対象を「携帯電話」「新聞」「インターネット」などに決めていた。学生全員がルールに従ってアイデアを出すことができ、平均 3 個であった。所要時間は平均 13 分であった。学生は短い時間で結果を出すことができていた。ただし、本来、焦点法のような発想法では多くのアイデアを出すことがその目的の 1 つとなっているが、学生の負担を軽減させるために、本調査では満足なアイデアを出すことができれば終りにして良いと伝えたため、このようなアイデア数となっている。

(2) 本研究のグループ発想法

3 名 1 組のグループで本研究のグループ発想法を実施したため、図 2.2 のシートと同じように各学生がアイデアを 3 回出すこととなる。結果として、すべてのグループで本研究のグループ発想法によりアイデアの最終案をまとめることができた。全グループの所要時間は平均 40 分であった。1 つのアイデアに約 5 分を要し、全部で 9 つのアイデアを出す（グループ内でシートを 3 周まわす）ため、時間がかかっている。

アイデアを出す過程ではコミュニケーションが行われていた。アイデアを出すことを楽しんでいる様子を観察することができた。また、開始後シートをグループ内で 1 周まわした段階でルールを習得し、想定した時間でスムーズに進めることができていた。グループ学習手法の実施直後に行ったアンケート結果からも全員がルールを習得していたことが確認できた。

焦点法で得られたアイデアは短くキーワードで表現された漠然としたもの（10 文字程度）であったが、最終案は具体的な実現方法の概要が示された文章（30 文字程度）となっていた。

レポートの調査結果

学生はグループ学習手法により得られた最終案をもとに、機能、用途、利便性についてまとめ仕様書を作成してから、設計書（関数仕様書）を作成しプログラミングに取りかか

ることができた。プログラムはチェックリストを用いて動作確認する。最後に利用手引書を作成し完成となる。学生はレポートとして、仕様書、設計書、プログラム、チェックリスト、利用手引書、実行例を提出する。

グループ学習手法を行った学生（本研究室の学生9名）のレポートと比較対象としてグループ学習手法を行っていない学生（他研究室の学生10名）のレポートの、機能の概要、プログラムの行数を表2.3、2.4に示す。レポートはすべて合格したものである。1,000行以上のプログラムでは、グループ学習手法を行った学生が3名（33.3%）、グループ学習手法を行っていない学生が1名（10.0%）であった。グループ学習手法の実施の有無にかかわらず、1,000行以上のプログラムでは、各自が定めた機能だけでなく、高速な検索・ソートを行うデータ構造とアルゴリズム、メモリ管理、エラー処理等が仕様書・設計書通りに適切に実装されているため、行数が多くなっていた。すなわち、住所録管理アプリケーション全体としての完成度が高いものとなっていた。

住所録管理アプリケーション全体としての完成度に関しては、グループ学習手法を行わなかった学生を対象に行ったアンケート結果から、課題解決方法に原因があることが分かった。表2.5に、グループ学習手法を行わなかった学生を対象に行ったアンケート結果を示す（レポート提出後に他の複数の研究室の学生を対象に実施、有効回答15）。レポートを作成する期間は3週間程であるが、仕様を定めることに悩み、多くの時間をかけてしまい、課題では住所録管理アプリケーションのすべての仕様を定めてから設計・開発を行うように指示されているにもかかわらず、アイデアを発想することを後回しにして共通の基本仕様を設計・開発してしまっている。このため開発したプログラムに対して機能拡張する場合が多く、プログラムに冗長な記述（変数を多用する、繰り返し同じ処理を記述するなど）が見られた。

一方、グループ学習手法を行った学生においては、興味のあるアイデアを仕様書・設計書としてまとめることが事前にできていた。これは、グループ学習手法の直後に行ったアンケート結果より、最終案は興味があると回答していた学生が多かった（9名中8名）ことから分かる。最終案は難易度が高いと回答した学生が多かった（9名中7名）が、プログラムを作成する際にはアイデアをもらった学生と協力して行う姿が見られ、すべての学

表 2.3 レポート（グループ学習手法あり）

No.	機能の概要	行数
1	マウス操作によるレコードの順序変更	1365
2	文字によるメッセージ通信	1066
3	簡易メール作成，送信	1045
4	更新日フィールドの追加，管理	997
5	レコードのナンバー管理	588
6	誕生日フィールドの追加，誕生日による占い	554
7	全レコードの印刷	521
8	メモ作成，メモのファイル保存	508
9	メモフィールドの追加，管理	440

表 2.4 レポート（グループ学習手法なし）

No.	機能の概要	行数
1	Web ブラウザからのアクセス	1062
2	メニューの言語切り替え	865
3	部分一致検索，全項目一括修正，ふりがなフィールドの追加	687
4	ファイルの自動読み込み，終了時の保存確認	653
5	レコードのグループ化，グループ検索	527
6	全レコード一括削除	481
7	性別，出身地フィールドの追加，検索	460
8	複数レコードの削除	441
9	前回のアクセス日時の表示	315
10	ファイルの自動読み込み，頭文字 3 文字による検索	242

生がソフトウェアを作成することができていた．全員が完成度の高いプログラムを作成していたわけではないが，仕様を定めてから設計・開発を行っていたため，冗長な記述が少なかった．課題解決の初期にグループ学習手法を行ったことにより，学習者の心理的負担を軽減させることができた．

適用実験の課題「住所録管理アプリケーションの機能に対して，創意工夫を行うか，新たな機能を追加する」のレポートは（1）住所録管理アプリケーションとして一般的に備えるべき機能（2）住所録データを利用したアプリケーション機能，の2つの種類に大きく分けることができた．グループ学習手法を行っていない学生はすべて（1）の機能であった．グループ学習手法を行った学生に（2）の機能が含まれていた（表 2.3 の No.2,3,6,8）．グループ学習手法の結果から（2）の機能を実現した学生を調査すると，2つの要因がある

表 2.5 アンケート結果（有効回答 15）

質問：どのような手順で課題に取り組みましたか？	
回答内容（選択肢）	回答数
（a）すべての仕様を決定してから設計・開発した	5
（b）基本仕様を設計・開発してからすべての仕様を決定した	10
質問：課題解決で困難であったことは何ですか？	
回答内容（自由記述）	回答数
（a）アイデアをどのように実現すれば良いか分からなかった	5
（b）アイデアが出せなかった	3
（c）アイデアを出すのに時間がかかった	2
（d）アイデアをどの程度実現すれば良いか分からなかった	2
（e）何をすれば良いか分からなかった	2

ことが分かった．1つは，焦点法により（2）の機能のアイデアを発想しそれを本研究のグループ発想法により実現に向けて発展できたことが要因であった（表 2.3 の No.2,3）．もう一つは，焦点法では（1）（2）のどちらともとれる漠然としたアイデアであったが，本研究のグループ発想法で他のメンバによる（2）の機能のアイデアをもらい実現に向けて発展できたことが要因であった（表 2.3 の No.6,8）．一方，グループ学習手法を行った学生のうち（1）の機能を実現した学生については，焦点法により単純であるが便利な機能を発想し，本研究のグループ発想法により使いやすさの観点から他のメンバにアイデアをもらい実現に向けて発展させていた．したがって，グループ学習手法を行うことにより（1）（2）の機能の種類に限らず，他の学生の視点に気づき自己の視野を広げることができていた．

2.4.2 仕様書における創造性の調査

グループ学習手法における発想法の効果を分析するために，学生が作成した仕様書（住所録管理アプリケーションの機能）における創造性の調査を行った．創造的産出物には，独創性，実用性と賢明性，生産性と柔軟性，市場性と実現可能性，包括性，洞察性，といった特性がある [15]．本調査ではこれらの特性のうち，創造的認知に関する研究 [15] において明確な評価方法が示されている独創性，実用性と賢明性を取り上げ，創造性を評価する．独創性とともに，実用性と賢明性を評価するのは，珍しいだけで意味を持たないものを除くためである．実用性と賢明性は相反する場合（実用的でないアイデアが賢明である場合

表 2.6 仕様書における創造性（グループ学習手法あり）

No.	機能の概要	独創性	実用性
1	<u>誕生日フィールドの追加，誕生日による占い</u>	3.93	2.47
2	<u>文字によるメッセージ通信</u>	3.87	3.60
3	マウス操作によるレコードの順序変更	3.53	4.60
4	<u>メモ作成，メモのファイル保存</u>	3.07	3.40
5	メモフィールドの追加，管理	2.93	3.80
6	<u>簡易メール作成，送信</u>	2.80	3.80
7	更新日フィールドの追加，管理	2.67	3.93
8	全レコードの印刷	2.53	4.00
9	レコードのナンバー管理	1.93	3.53

表 2.7 仕様書における創造性（グループ学習手法なし）

No.	機能の概要	独創性	実用性
1	Web ブラウザからのアクセス	3.67	4.53
2	メニューの言語切り替え	3.53	4.00
3	性別，出身地フィールドの追加，検索	2.93	3.73
4	ファイルの自動読み込み，頭文字 3 文字による検索	2.80	4.13
5	前回のアクセス日時を表示	2.67	3.20
6	複数レコードの削除	2.53	4.00
7	レコードのグループ化，グループ検索	2.53	3.80
8	部分一致検索，全項目一括修正，ふりがなフィールドの追加	2.33	3.80
9	ファイルの自動読み込み，終了時の保存確認	1.87	4.27
10	全レコード一括削除	1.67	3.93

表 2.8 創造性のある仕様書

No.	機能の概要	独創性	実用性	グループ学習手法 の実施
1	<u>文字によるメッセージ通信</u>	3.87	3.60	
2	Web ブラウザからのアクセス	3.67	4.53	×
3	マウス操作によるレコードの順序変更	3.53	4.60	
4	メニューの言語切り替え	3.53	4.00	×
5	<u>メモ作成，メモのファイル保存</u>	3.07	3.40	

など）があるが，珍しいだけで意味を持たないものを除くことには変りないため，評価対象である産出物によりどちらかを選択することとなる。

本調査では，評価者に産出物である仕様書を独創性と実用性の尺度によって独立に判定させた。独創性は，評価者が同じ課題に取り組んだ時に思いつかなかった機能であるかを

5 段階で判定する。5 段階は，1：非常にありふれている，2：ありふれている，3：どちらともいえない，4：独創的，5：非常に独創的，とした。実用性は，同様に便利な機能であるかを 5 段階で判定する。5 段階は，1：役に立たない，2：あまり役に立たない，3：どちらともいえない，4：実用的，5：非常に実用的，とした。そして，独創性評価と実用性評価が共に平均 3.0 を越える場合に，創造性があるとした。本調査では同学年の学生 15 名を評価者とした。2.4.1 節と同様に，グループ学習手法を行った学生（本研究室の学生 9 名：表 2.3）が作成した仕様書と比較対象としてグループ学習手法を行っていない学生（他研究室の学生 10 名：表 2.4）が作成した仕様書を評価対象とした。評価者にこの 2 つの研究室の学生は含まれていない。

評価結果を表 2.6，2.7，2.8 に示す。独創性評価の高い順に並べてある。2.4.1 節のレポートの調査結果で述べた，住所録データを利用したアプリケーション機能を実現したレポートの仕様書（表 2.6 の No.1,2,4,6）は，比較的独創性が高く評価され，逆に実用性は低く評価される傾向があった。実用性評価が低かった 1 つの原因としては，評価者がグループ学習手法を行っていない学生と同様に課題解決を行った 2 年生であり，住所録管理アプリケーションとして一般的に備えるべき機能を重視したことが影響している。表 2.8 の創造性のある仕様書には，グループ学習手法を行った学生の，住所録データを利用したアプリケーション機能が含まれ（表 2.8 の No.1,5），また，住所録管理アプリケーションとして一般的に備えるべき機能も含まれていた（表 2.8 の No.3）。このため本研究のグループ学習手法では，すべての学生に対して創造性があると評価されたわけではないが，どちらかの機能に偏ることなく創造性のあるアイデアを発想，発展させる可能性があることが分かった。

2.5 コンピュータを用いたグループ学習手法

2.5.1 コンピュータを用いたグループ学習手法の適用実験

目的および方法

コンピュータを用いることにより，グループ学習手法の容易な実施やグループ学習手法の拡張が可能となる。しかし，同時にコンピュータを用いることによる，思いもよらない悪影響も起こりうる。このため，本研究ではシートで行ったグループ学習手法と同等な効

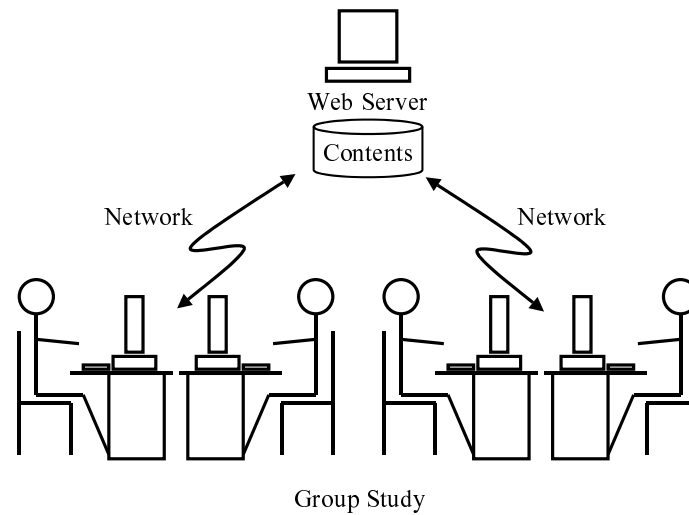


図 2.3 コンピュータを用いたグループ学習手法

果が得られるかを適用実験により調査を行った．発想法を支援するツール，システムの研究開発の過程を（１）環境の電子化（２）作業の自動化（３）ハンディの克服（コンピュータで発想法の作業を行うことにより生じた欠点の克服）（４）新技術の活用，の４ステップに分けた場合の[16]（１）環境の電子化による影響を調査する．環境を電子化した試作ツール[17]によるソフトウェア演習への適用実験を行う．

試作ツールでは，個人のアイデアの発想のためのワークスペース，集団でのアイデアの発展のためのワークスペースを開発した．それぞれのワークスペースではシートが電子化されており，テキスト入力，ボタンクリックによりグループ学習手法を進めることができる．図 2.3 に示すように，学生全員が同室で 1 人 1 台の UNIX ワークステーションを使用してグループ学習手法を行えるように Web アプリケーションとして実現している．

図 2.4 に焦点法を用いて個人のアイデアを発想する画面例を示し，図 2.5 に本研究のグループ発想法を用いて集団でアイデアを発展させる画面例を示す．図 2.4 では，上部に手順が示されており，中央部に入力フォームがある．右側には過去に保存したデータを呼び出すボタンが配置されている．データを保存する場合には公開，非公開を選択することができる．公開を選択した場合には他のメンバの画面にそれを呼び出すボタンが配置される．

発想支援システム - Mozilla

ファイル(E) 編集(E) 表示(V) 移動(G) ブックマーク(B) ツール(I) ウィンドウ(W) ヘルプ(H)

http://imux3806.edu.soft.hwate-pu.ac.jp/cgi-bin/idea_generation.cgi

個人のアイデアの発想

手順

1. 課題を入力する
2. 課題と無関係な対象を決める
3. 対象の特徴を挙げる
4. 挙げた特徴と課題を結びつけてアイデアを発想する
5. 発想したアイデアの中で良いものを選ぶ
6. 「保存」ボタンを押し、「集団でアイデアを発展させる」ボタンを押す

* 特徴がうまく挙がらない場合は、課題と無関係な対象を決め直して下さい。

* その際、結果を公開するか非公開にするか選択して下さい。

公開を選択した場合は他のメンバーにもあなたの結果が閲覧可能になります。

保存された結果はウィンドウの右側の過去の結果で見ることができます。

過去の結果

学生1

2005年11月22日18時17分

close

学生1

2005年11月22日18時48分

close

他メンバー

学生3

2005年11月22日18時37分

読み込み 保存した状態を読み込む

次の1～6の順にアイデアを発想します。

氏名: 学生1

1. 課題を入力する: 選択肢から行動を選んで結末に辿り着くゲームを考える

2. 対象を決める: 本 (予備)

3. 対象の特徴を挙げる

サスペンス	⇒	推理小説のようなゲーム	○
原稿	⇒	編集者が作家から原稿をとってくるゲーム	○
出版	⇒	どの原稿を本にするか選ぶゲーム	○
	⇒		○

4. 挙げた特徴を課題に結びつけてアイデアを発想する

5. 良いものを選ぶ

6. 「保存」ボタンを押し、「集団でアイデアを発展させる」ボタンを押す

○ 結果を公開しない

○ 結果を公開する

保存 集団でアイデアを発展させる

図 2.4 コンピュータを用いた個人のアイデアの発想

十分な量のアイデアを発想したら最も良いアイデアを選択し、下部の「集団でアイデアを発展させる」ボタンをクリックし次のステップに進む。図 2.5 では、上部に手順が示されており、中央部に入力フォームがある。学習者が入力できる部分のみが入力フォームとなっている。発展させるアイデアを入力する際には、アイデアの内容をメニューから選び、アイデアを入力し、さらに実現方法を入力する。グループの全員（図 2.5 では 3 名）が入力したら、次の段に進む。全員が発展させるアイデアを入力したら、それをもとに最終案をまとめ終了となる。

コンピュータを用いたグループ学習手法では、本研究のグループ発想法を一部変更する必要がある。それは、シートをまわす操作を行わず常に画面を見ることになるため、対人



図 2.5 コンピュータを用いた集団でのアイデアの発展

コミュニケーションを行う機会が減少するためである．このため，グループの各メンバが図 2.2 の 1 段（I，II 等の行）を同時に書き込んだ後，対人コミュニケーションを行う時間をとることとする．次に変更したルールを示す．そして，適用実験の対象者，実施時期，実施場所を示す．

- コンピュータを用いた本研究のグループ発想法のルール

1. グループの各メンバ（図 2.2 では 3 名）が同時に，シートの I の A, B, C の欄に焦点法で得られたアイデアを書き込む
2. アイデアの内容を相互に理解するため，批判せず前向きにコミュニケーションを行う
3. グループの各メンバが同時に，II に前のメンバが書いたアイデアを発展させる

ようなアイデアを書き込む

4. アイデアの内容を相互に理解するため、批判せず前向きにコミュニケーションを行う
5. 同様に、各メンバが同時に III に前のメンバが書いたアイデアを発展させるようなアイデアを書き込んだ後、コミュニケーションを行う
6. メンバ全員が発展させるアイデアを書き込んだら、I のアイデアを出したメンバがそれぞれアイデアの最終案をまとめる

対象者 1 年次学生（ソフトウェア演習 B 履修者）

実施時期 2004 年度後期（ソフトウェア演習 B）

実施場所 本研究室（渡邊研究室）

レポートの調査結果

ソフトウェア演習 B の総合演習の課題「選択肢の中から次の行動を選択していくことにより結末に辿り着くゲームを作成する」(2.2.3 節 (1)) を行わせた。本調査では、2.4 章の適用実験の課題よりも難易度が低く、プログラミング知識に関する学習者の個人差の影響が少ない課題に対する適用実験を試みた。この課題は、シナリオのテーマおよびシーン構成において学生の創造性を試すものとなっている。

焦点法は、学生全員（9 名）がルールに従ってアイデアを出すことができ、平均 3 個であった。所要時間は平均 15 分であった。本研究のグループ発想法は、3 名 1 組のグループで実施し、学生全員がルールに従ってアイデアの最終案をまとめることができた。全グループの所要時間は平均 20 分であった。メンバが同時にアイデアを発想する時間、対人コミュニケーションの時間をそれぞれ 5 分とし、全体で 30 分の予定であったが、対人コミュニケーションがあまり行われなかったため、予定よりも早い時間で終了した。コンピュータを用いることによりシートをまわす操作を行わず常に画面を見ることができたため、画面に注意が集中してしまったことが分かった。焦点法で得られたアイデアはシナリオのテーマが表現された短い漠然とした文章（20 文字程度）であったが、本研究のグループ発想法

による最終案はシナリオのテーマだけでなく実現可能なシナリオのシーン構成の概要が示された文章(40文字程度)となっていた。学生はグループ学習手法により得られた最終案をもとに、シナリオのテーマおよびシーン構成の詳細を定め、プログラミングに取り掛かることができていた。学生はレポートとして、シナリオの説明(仕様書)、プログラム、実行例、他の学生に体験させたときの感想を提出する。

2.4.1 節と同様にレポートの調査を行った。グループ学習手法を行った学生(本研究室の学生9名)のレポートと比較対象としてグループ学習手法を行っていない学生(他研究室の学生8名)のレポートを調査した。テーマの概要、シナリオのシーン数、プログラムの行数を表2.9、2.10に示す。プログラムについては、課題においてデータ構造と関数の仕様が定められているため、グループ学習手法の実施の有無にかかわらず仕様に従って適切に作成されていた。シナリオのテーマについては、グループ学習手法の実施の有無にかかわらず多岐に渡っていた。ただし、グループ学習手法を行っていない学生には、課題に示されている例に近いものが含まれていた(表2.10のNo.2,5)。シナリオのシーン数では10以上のものが、グループ学習手法を行った学生は6名(66.7%)、グループ学習手法を行っていない学生は3名(37.5%)であった。課題にはシーン数が7のシナリオの例が示されていたが、シーン数が10以上のレポートについてはそのシナリオの例とは大きく異なるものであった。グループ学習手法を行った学生の多くが、他の学生からもらったシナリオのシーン構成のアイデアにより自己の視野を広げ、シーン数の多いプログラムを作成することができていた。

2.5.2 仕様書における創造性の調査

2.4.2 節と同様に、学生が作成した仕様書における創造性の調査を行った。調査結果を、表2.11、2.12、2.13に示す。グループ学習手法を行った学生(本研究室の学生9名)と比較対象として前述のグループ学習手法を行っていない学生(他研究室の学生8名)のソフトウェアの仕様書を同学年の学生15名を評価者とし、独創性と賢明性の尺度によって独立に判定させた。賢明性の尺度を用いたのは、住所録管理アプリケーションの仕様書の評価において実用性の尺度を用いた結果、住所録管理アプリケーションとして一般的に備えて

表 2.9 レポート（グループ学習手法あり）

No.	テーマの概要	シーン数	行数
1	<u>空想世界の旅行</u>	22	344
2	<u>競馬の馬主</u>	17	332
3	<u>麻雀</u>	15	204
4	<u>忍者の戦術</u>	11	125
5	<u>サッカー監督</u>	10	130
6	<u>出版社の編集員</u>	10	191
7	海賊船の船長	9	137
8	テニスの試合	7	141
9	高校野球	7	88

表 2.10 レポート（グループ学習手法なし）

No.	テーマの概要	シーン数	行数
1	<u>犬の散歩</u>	27	475
2	<u>トレジャーハンター</u>	15	509
3	<u>国内旅行</u>	14	192
4	ペット	8	140
5	敵に囚われた姫の救出	7	216
6	会社員の仕事	7	134
7	バレンタインデー	7	118
8	漫才の素質判断	6	148

いる機能を高く評価する傾向があったため、一般的なゲームの実用性により判断させるのではなく、単にゲームとしての面白さを評価させるためである。独創性については2.4.2節と同様であるが、賢明性はゲームとしてうまく作られているかを5段階で判定する。5段階は、1：非常にいいかげん、2：いいかげん、3：どちらともいえない、4：賢明、5：非常に賢明、とした。

表 2.11、2.12、2.13 は賢明性評価の高い順に並べてある。グループ学習手法の実施の有無にかかわらず全学生を対象に、シナリオのシーン数と独創性評価、賢明性評価との相関関係を調べると、独創性評価にはほとんど相関がなかったが、賢明性評価には強い相関があった（相関係数 0.84、有意水準 1%）。独創性評価と賢明性評価が共に平均 3 を越える場合に創造性がある仕様書とした場合、表 2.13 に示すように、グループ学習手法を行った学生が 5 名（55.6%）、グループ学習手法を行っていない学生が 3 名（37.5%）であった。グ

表 2.11 仕様書における創造性（グループ学習手法あり）

No.	テーマの概要	独創性	賢明性
1	<u>出版社の編集員</u>	3.87	4.20
2	<u>競馬の馬主</u>	3.73	4.00
3	<u>空想世界の旅行</u>	3.07	4.00
4	<u>麻雀</u>	3.53	3.93
5	<u>忍者の戦術</u>	2.40	3.47
6	<u>サッカー監督</u>	3.53	3.13
7	<u>テニスの試合</u>	3.20	2.27
8	<u>海賊船の船長</u>	2.80	2.53
9	<u>高校野球</u>	2.67	2.33

表 2.12 仕様書における創造性（グループ学習手法なし）

No.	テーマの概要	独創性	賢明性
1	<u>犬の散歩</u>	3.87	4.80
2	<u>国内旅行</u>	3.60	3.60
3	<u>トレジャーハンター</u>	1.93	3.73
4	<u>ペット</u>	4.33	3.20
5	<u>会社員の仕事</u>	3.93	2.93
6	<u>漫才の素質判断</u>	3.93	2.80
7	<u>敵に囚われた姫の救出</u>	1.53	2.53
8	<u>バレンタインデー</u>	3.00	2.13

表 2.13 創造性のある仕様書（コンピュータ）

No.	テーマの概要	独創性	賢明性	グループ学習手法 の実施
1	犬の散歩	3.87	4.80	×
2	出版社の編集員	3.87	4.20	
3	競馬の馬主	3.73	4.00	
4	空想世界の旅行	3.07	4.00	
5	麻雀	3.53	3.93	
6	国内旅行	3.60	3.60	×
7	ペット	4.33	3.20	×
8	サッカー監督	3.53	3.13	

グループ学習手法を行った学生とグループ学習手法を行っていない学生の両方で独創性評価が平均 3.0 を越えた学生は 6 名と同数であったが、賢明性評価が異なっていたためにこのような結果となっている。2.4 章の適用実験ではグループ学習手法を行った学生は、グループ

学習手法を行わなかった学生とは異なる観点からアイデアを発想することができたが、本研究の適用実験では同じ結果とはならなかった。それは学生にとって身近に感じるゲームであり種類も豊富に存在するため、学生全体として1つの観点到偏することはなかったためである。

学習者の画面への注意の集中による対人コミュニケーションの減少が観察されたが、仕様書における創造性の調査に影響は大きく表れなかった。しかし、2.4章の演習Cの総合演習課題を対象とした適用実験での対人コミュニケーションでは、他のメンバからもらったアイデアに対する質疑応答などが行われており、ソフトウェアとして実現するために必要な情報の伝達が行われていた。このため、発想に集中する時間と対人コミュニケーションの時間のバランスを考慮し、グループ学習手法を行えるようにしなければならないことが分かった。

2.5.3 関連研究

グループ発想支援ツール、システムに関する研究が行われている。このような研究にはコンピュータを用いて既存の発想法を拡張し発想を支援することを目的としたものがある。これらの研究における発想を行う主体は人間である。創造的思考は、ただ1つの正答を導くような思考である収束的思考と多くの解決策を発想する発散的思考に区別できる[18]。発想法には発散的思考を用いてアイデアを発想する発散技法、収束的思考を用いてアイデアを発想する収束技法、その両方を併せ持つ統合技法等に分類される[19]。ブレインストーミング法により発散的思考を行わせ、KJ法により収束的思考を行わせるグループ発想支援ツール、システムに関する研究が広く行われている[20][16][21]。また、既存の発想法を組み合わせたものとして、ブレインストーミング法とブレインライティング法の利点を融合したグループ発散的思考支援ツール[22]や形態分析法とInput-Output法を応用した発想支援システム[23]などがある。

グループ発想支援ツール、システムでは、集団で共通の課題を対象にアイデアを発想することを前提としているため、本研究で取り上げるように個人のアイデアを集団で同時にかつ独立に発展させようとしても、同じ時間で同じ効果を出すことは難しい。本研究では、

個人のアイデアの発想段階と集団でのアイデアの発展段階に分け、個人による素案から集団による実現可能案へと導かせる。ソフトウェア演習の中で学生が比較的容易に使用できる発想法として、斬新なアイデアを発想させる焦点法、集団でアイデアを発展させる本研究のグループ発想法を用いている。課題解決過程を 2 つの段階に分離することにより、学習者個人のアイデアを大切に発展させている。効率的なアイデアの発想だけでなく学習効果も考慮したものである。

2.6 考察

2.6.1 グループ学習手法の効果

2.4 章、2.5 章の適用実験より、本研究のグループ学習手法には次のような効果があることが確認できた (1) 学習者が演習の時間内で課題解決のアイデアを発想することができる (2) 学習者が広い視野に立ち課題解決のアイデアを発想することができる (3) 学習者が学習者間の相互作用により実現可能なアイデアを発想することができる。

これらの効果は、グループ発想法により、メンバ間でアイデアをやり取りする単純な仕組みを与えたことが要因である。特に重要なことは、他のメンバからアイデアをもらい刺激される、今度は自分が他のメンバに刺激的なアイデアを与える、というサイクルを短い時間で集中して繰り返し行わせていることである。さらに、このサイクルを円滑に進めるため本研究では、対人コミュニケーションにより、アイデアをもらった学習者が前向きな反応をしたり、アイデアを与える学習者がアイデアの意味を正確に伝えたりすることができるようにしている。また、対人コミュニケーションによるブレインストーミング法のようなアイデアの発想も行うことができる。2.4 章、2.5 章の適用実験では、これらの内容の対人コミュニケーションが行われていた。

2.6.2 グループの構成

本研究では、大学でのソフトウェア演習 (またはプログラミング演習) において広く実施できるように、学生の人数によらずグループ構成をしやすいするため、3 名以上でグループを構成することとした。2.4 章、2.5 章における適用実験では、下限である 3 名のグループ

ブを対象としたものである。これらの適用実験では各学生が、グループの他の2名の学生から1つずつ合計2つのアイデアをもらうことになるが、アンケート結果より2つのアイデアだけでも、2.4章の適用実験では9名中8名、2.5章の適用実験では9名中6名が何らかの興味を感じていた。2.5章の適用実験の方が興味を感じた学生が少ないのは、対人コミュニケーションの減少が影響し、アイデアの本来の意味が伝わらなかった可能性がある。しかしながら、あまり興味を感じなかった学生においても最終案をまとめることができたことから、他の学生にアイデアを与えることや他の学生の実案に触れることが、何らかの形で自己の実案をまとめる際の手助けになったといえる。グループの構成メンバーを増やすことによりアイデア数を増加させることができるため、学生にとって興味のあるアイデア数が増加することが期待できる。本研究では複数の学生による相互作用の促進を目的としているため、2名のグループを構成することを想定していない。

2.6.3 コミュニケーションの必要性

本研究のグループ発想法では、集団で個人のアイデアを発展させる段階において、対人コミュニケーションを取り入れている。その主な理由は、2.4章の適用実験と同様の課題をブレインライティング法で行わせた試行実験の結果（2年次学生6名を対象）より、次のような問題があったためである（1）出発点となるアイデアの意味が理解できず発展できない（2）出発点となるアイデアが学生間で重複する傾向があり発想に行き詰まる（3）ブレインライティング法で得られたアイデアを実現する方法が分からない。

このような問題の解決方法の1つとして本研究ではブレインライティング法の改良を行った。これらの問題に次のように対処している（1）対人コミュニケーションを行わせアイデアの意味を相手に正確に伝える（2）出発点となるアイデアを焦点法により発想させる。（3）本研究のグループ発想法により実現に向けて集団で発展させる。

本研究のグループ発想法では、出発点となる個人のアイデアを異なったものに飛躍させるような発展をさせるのではなく、他者のアイデアを自分が実現する場合にはどのようにするかということを基本に発展させている。個人のアイデアを大切に、集団でアイデアを発展させるためには、個人のアイデアの意味を相手に正確に伝える必要がある。

2.6.4 ソフトウェア演習の創造的な課題解決に適したグループ学習手法

ソフトウェア演習の創造的な課題解決においては、学習者が自己のアイデアを発想し、あきらめることなく課題解決を進めることが重要である。このような学習活動を学習者間の相互作用により円滑に進めさせるのが創造的な課題解決に適したグループ学習手法である。このため本研究のグループ学習手法では、グループ発想法を用いてメンバー間でアイデアをやり取りする仕組みを与え、学習者個人のアイデアをあきらめることなく発展させ、課題解決を進めることができるようにしている。従来のグループ学習手法には大きく、共通の目標に向けて役割を分担し協力しながら進める形態（協同学習）や共通の目標に向けて役割を分担せず各自が意見を出し合って意見相違、交渉、合意形成を繰り返しながら進める形態（協調学習）がある [24]。本研究では学生に独自の目標を持たせるためにグループ学習手法を行わせているため、共通の目標を前提とした従来のグループ学習手法とは観点が異なっている。このため、単純に比較することはできない。

2.6.5 グループ学習手法における学生の指導

本研究のグループ学習手法を成功させるためには、学習者に発想法を使用することに興味を持たせ、必ずアイデアが出ると前向きに取り組ませる指導が重要である。多くの学生は問題なく取り組めるが、なかなか手を動かさない学生が1割程度存在する。これまで解答が必ずある課題にしか取り組んでこなかったため、どうしたらいいか分からなくなってしまっている状態である。このような場合には、課題の目的および発想法の目的について、例を示しながら個別に丁寧に指導する必要がある。

本研究のグループ学習手法には演習の指導者側において次の利点がある（1）グループ学習手法のルールが単純であり学生に理解させ実施させることができる（2）学生は誰がどのような知識を持っているかが分かり、その後の開発段階で協力することができる。通常の演習とは異なり全員が同じ課題解決を行うわけではないため、単に他人のプログラムをコピーするような行為は行われず、アイデアを実現するための知識伝達が行われる（3）学生は個人および集団でアイデアを発想する方法を学習することができる。

本研究のグループ学習手法では創造的な課題解決の初期において学習者が独自の解決案

をまとめることを目的としている．このためグループ学習手法後の仕様書，設計書を定めプログラム開発を行うための支援は行っていない．2.4章，2.5章の適用実験では，グループ学習手法の実施の有無にかかわらず多くの学生はレポート提出期限まで時間をかけて取り組んでいた．特に創造性のある仕様書として評価された学生は時間をかけて取り組む傾向があった．このため本研究のグループ学習手法には，課題解決に対する時間短縮の効果はない．プログラミングにおいて問題が発生する学生は多いため，適切な指導が必要である．

2.7 まとめ

本章では，1.2.2節で述べた(T1)の解決を目指し，グループの創造的活動の促進およびグループのメンバ全員の創造性の育成を目的とし，これに対して，知識の組織的な活用方法を定めた新たなグループ発想法を提案した．そして，大学教育における創造性の育成のために，これを導入した新たなグループ学習手法を提案した．これによって，グループのメンバ全員が積極的に参加し，それぞれの知識を活用することによって創造的な課題解決を行うことが可能となった．これについては大学演習授業での実践的な評価実験を行い，提案手法の有効性を確認した．これは，課題(T1)の解決に寄与する．

第3章 創造的な課題解決を支援する 同期コミュニケーションツール

第3章「創造的な課題解決を支援する同期コミュニケーションツール」では，1.2.2 節で述べた (T2) の解決を目指し，コンピュータネットワークによる同期コミュニケーションを活用した支援ツールの実現を目的とする．この目的のために，コンピュータネットワークによる同期コミュニケーションを活用し，紙のシートを用いたグループ学習手法では不可能であった，即時性を活かした相互作用を促進する手法を提案する．これによって，アイデアの発想・発展を効果的に行えるコミュニケーションを促進し，創造的な課題解決を行わせることが可能となり，課題 (T2) の解決に寄与する．

3.1 はじめに

前章で述べたように，創造性教育の1つの実践方法として，グループ発想法を開発し，それを用いて，ソフトウェア演習（プログラミング演習）における創造的な課題解決を対象としたグループ学習手法を提案した．本グループ発想法では，グループで個人のアイデアを，同時にかつ独立に，ソフトウェアとして実現可能なアイデアへと発展させる．すなわち，個人のアイデアを大切にし，グループでそれぞれのアイデアをソフトウェアとして実現可能なアイデアへと発展させる．本章では，紙のシートを用いて行ってきたグループ発想法の作業を，コンピュータネットワークを用いて効果的に行う同期コミュニケーションツールを実現する．シートの電子化により生じたコミュニケーションの減少の問題を改善するため，前向きなアイデア評価をもとにしたコミュニケーションのルールを導入したグループ発想法を提案し，アイデア評価とチャットによるコミュニケーション機能により効

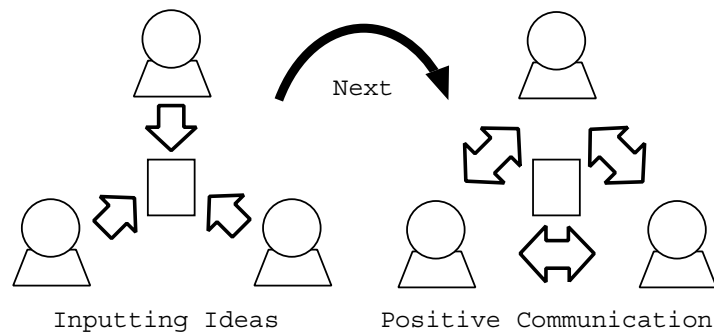
果的に支援する．

コミュニケーションにおける評価フィードバックに関する研究が行われている [26] ~ [28] . 評価フィードバックには，前向きまたは支持的，否定的または批判的，の2種類があり，受け手に対する評価フィードバックの効果は，適用する組織やコミュニケーション媒体により異なることが報告されている [26], [27] . 発想における評価フィードバックに関しては，グループ議論システムによるブレインストーミングを対象とした，匿名性と評価の論調（支持的，批判的）の効果に関する研究が行われている [28] . この研究では，匿名での批判的な論調のグループでは独自のアイデアとコメントの数が最も多く，名前を公表した支持的な論調のグループではアイデア発想，アイデア評価に対するメンバの満足度は最も高いが独自のアイデアとコメントの数は最も少ないことなどが報告されている．そして，前向きなアイデア評価における賛成のコメントでは，アイデアに満足しそれ以上の発展につながらない場合があることなどが指摘されている．このような問題に対処するため，本章では，互いのアイデアを理解し良い点を見つけるために前向きなアイデア評価を行い，アイデアをより良くするために，不足している点や悪い点を改善する方法を話題としたコミュニケーションを促進する手法について議論する．

3.2 アイデア評価をもとにしたコミュニケーションに基づくグループ発想支援手法

3.2.1 シートの電子化に伴う問題

前章で述べたグループ発想法におけるシートを電子化し，1人1台のコンピュータを用いることにより，シートをまわす操作を行わず集中して作業ができるようにする手法がある．すなわち，図 3.1 に示すように各メンバが同時にアイデアを発展させることができるグループ発想法のルールが可能となる．Web を用いてシートを電子化した試作ツールによる適用実験では，常に画面を見ることができたため，画面に注意が集中してしまい，紙のシートを用いた場合に比べ，コミュニケーションが減少するという現象が発生した [25] . しかし，この手法におけるアイデアの発展では，もとのアイデアの良い点を見つけ，その実現方法を発想したり，アイデアをより良くするために，不足している点や悪い点を見つけ，



コンピュータを用いたグループ発想法のルール

- (1) グループの各メンバが同時に、シートⅠのA, B, Cの欄に焦点法で得られたアイデアを書き込む
- (2) アイデアの内容を相互に理解するため、批判せず前向きにコミュニケーションを行う
- (3) グループの各メンバが同時に、Ⅱに前のメンバが書いたアイデアを発展させるようなアイデアを書き込む
- (4) アイデアの内容を相互に理解するため、批判せず前向きにコミュニケーションを行う
- (5) 同様に、各メンバが同時にⅢに前のメンバーが書いたアイデアを発展させるようなアイデアを書き込んだ後、コミュニケーションを行う
- (6) メンバ全員が発展させるアイデアを書き込んだら、Ⅰのアイデアを出したメンバがそれぞれアイデアの最終案をまとめる

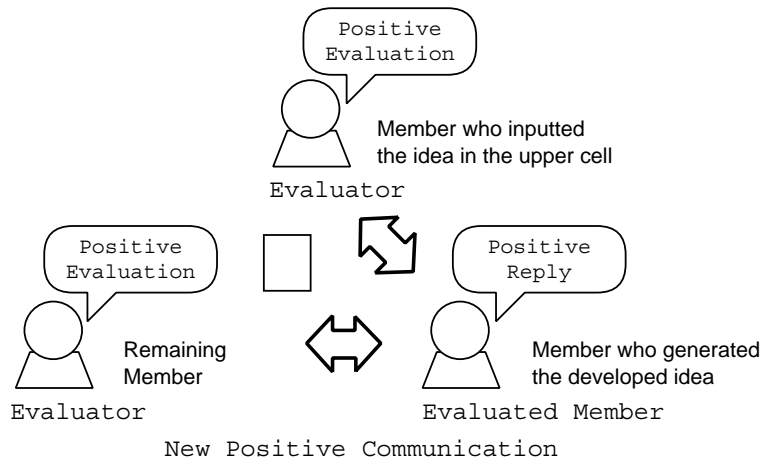
図 3.1 コンピュータを用いたグループ発想法

その改善方法を発想したりするため、コミュニケーションによる互いのアイデアの理解は重要である。

本論文では、アイデアの発展につながるようなコミュニケーションの有効性に着目し、前述した手法によるコミュニケーションの減少の問題を改善するため、シートの電子化に加え、メンバ相互間でのコミュニケーションを積極的に支援する手法を提案する。

3.2.2 アイデア評価をもとにしたコミュニケーションに基づくグループ発想手法

本章では、シートの電子化に伴う問題を改善しコンピュータによる効果的な支援を行うため、前向きなアイデア評価をもとにしたコミュニケーションのルールを新たに導入したグループ発想法を提案する。前向きなアイデア評価をもとにしたコミュニケーションにより、アイデアの良い点を見つけさせる時間を与え、さらにアイデアを発展させるための糸



前向きなアイデア評価をもとにしたコミュニケーションのルール

- (1) アイデアをもらったメンバ，アイデアの受け渡しに直接関係しないメンバが，前向きにアイデアを評価する（必要に応じて質疑応答する）
- (2) アイデアをもらったメンバ，アイデアの受け渡しに直接関係しないメンバが，アイデアの良い点，アイデアをより良くするために，不足している点や悪い点を改善する方法などを，アイデアを与えたメンバに伝える
- (3) アイデアを与えたメンバが，他のメンバの前向きな評価についての感想を返答する

図 3.2 前向きなアイデア評価をもとにしたコミュニケーションのルール

口となるコミュニケーションを促進する．具体的には，画面に注意が集中するというコンピュータの利点を生かし，図 3.2 に示す新たなコミュニケーションのルールを適用することにより，画面に集中しながら，アイデアの発展，前向きなアイデア評価をもとにしたコミュニケーションに取り組めるようになる．

図 3.2 の前向きなアイデア評価をもとにしたコミュニケーションのルールは，最初にアイデアを前向きに評価し，次に良いと評価した点をより良くするために，不足している点や悪い点を改善する方法を話題としたコミュニケーションを行わせる．図 3.3 に示すように拡張したグループ発想法では，図 2.2 のシートの II，III の段に書かれた 3 つのアイデアそれぞれに対して，前向きなアイデア評価をもとにしたコミュニケーションを行うことになる．

本ルールの適用により，図 3.2 に示すように，グループには各アイデアに対して，アイ

デアを与えたメンバ，アイデアをもらったメンバ，アイデアの受け渡しに直接関係しないメンバがおり，アイデアの受け渡しに直接関係しないメンバは中立的な立場で前向きなアイデア評価をもとにしたコミュニケーションを行う。

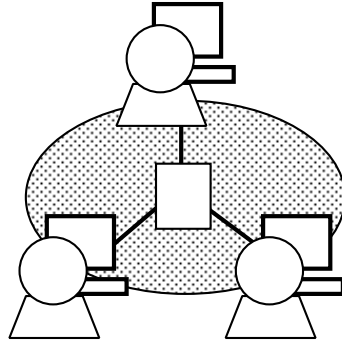
通常，ブレインライティング法やブレインストーミング法では，アイデア評価を後送りにするが，本研究ではアイデア評価を後送りせず行う。その理由は，第1に，互いに評価結果を確認しコミュニケーションにより意思疎通をはかることにあり，第2に，個人のアイデアを理解した上で実現可能な範囲でそれを発展させることにある。すなわち，本研究のグループ発想法では，ブレインライティング法やブレインストーミング法のようにグループ全体で優れたアイデアを自由に発想することを目的としているのではなく，個人のアイデアを起点として大切にしながらグループでそのアイデアを実現可能な範囲で発展させることを目的としていることから，アイデア評価の後送りは行わない。

3.2.3 同期コミュニケーションツール

前節で提案した手法に基づいて，本章では，同期コミュニケーションツールを実現する。同期コミュニケーションツールは，図 3.4 に示すように，Web アプリケーションとして構築し，グループのメンバが同室で1人1台のコンピュータを用いて作業を行えるようにする。本ツールは，Web を用いてシートを電子化した試作ツール [25] をベースとし，拡張したグループ発想作業を支援するコミュニケーション機能を新たに追加して実現される。試作ツールでは，シートが電子化され，テキスト入力，ボタンクリックによりグループ発想作業を進めることができる。

本ツールでは，前向きなアイデア評価をもとにしたコミュニケーションを行うためのコミュニケーション機能を新たに追加する。コミュニケーション機能では，画面に注意を集中したまま，拡張したグループ発想法の作業を行うことができる。また，コミュニケーションの履歴を記録し，アイデアの発展に役立てることができる。

同期コミュニケーションツールは，シートの電子化を CGI プログラム (Perl) により，またコミュニケーション機能を Java Servlet と Applet (別ウインドウ表示) により実現している。コミュニケーション機能を使用した履歴は，図 3.3 に示すようなレイアウトで表



	A	B	C
I	メンバ1の アイデア	メンバ2の アイデア	メンバ3の アイデア
II	メンバ2がA-Iを 発展させたアイデア	メンバ3がB-Iを 発展させたアイデア	メンバ1がC-Iを 発展させたアイデア
	A-IIに対する コミュニケーション	B-IIに対する コミュニケーション	C-IIに対する コミュニケーション
III	メンバ3がA-IIを 発展させたアイデア	メンバ1がB-IIを 発展させたアイデア	メンバ2がC-IIを 発展させたアイデア
	A-IIIに対する コミュニケーション	B-IIIに対する コミュニケーション	C-IIIに対する コミュニケーション
最終案	メンバ1による 最終案	メンバ2による 最終案	メンバ3による 最終案

図 3.3 グループ発想法の拡張

示され、CGIプログラムと Java Applet との自然な切り替えを実現している。

3.2.4 コミュニケーション機能

前向きなアイデア評価をもとにしたコミュニケーションを支援するコミュニケーション機能は、アイデア評価とチャットにより実現される。すなわち、アイデアを与えたメンバ、アイデアをもらったメンバ、アイデアの受け渡しに直接関係しないメンバが、順番に入れ替わり、評価するアイデア、メンバの役割を明確に示しながら、アイデア評価とチャットコミュニケーションを行っていく。

アイデア評価は、評価するメンバに持ち点を与え、点数付けさせることにより行う。前

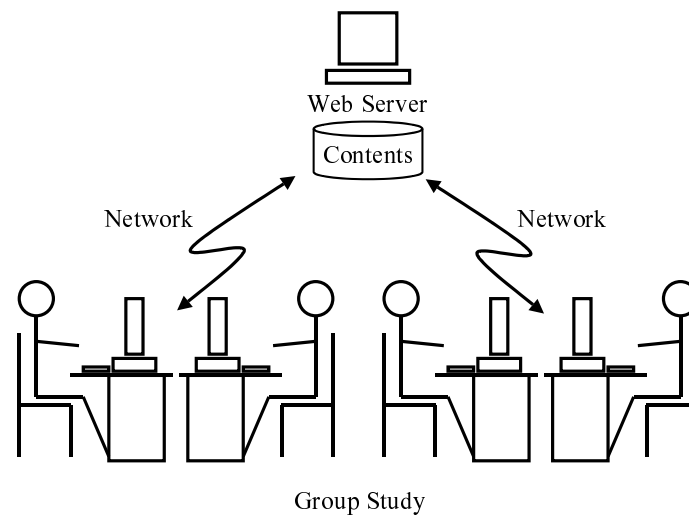


図 3.4 同期コミュニケーションツール

向きに評価を行うため，アイデアの良い点を見つけ主観的に点数付けする．評価点は，ボタンを1回クリックすると1点ずつ加点され，全メンバに送られる．評価するメンバにも評価点を表示するのは，評価するメンバが互いの評価点を見て，積極的に評価させるためである．これにより，アイデアの良い点を見つけたらすぐに点数付けし，評価点とともにアイデアの良い点，アイデアをより良くする方法を，チャットを用いて他のメンバに伝えることができる．

一方，チャットコミュニケーションは，アイデアの受け渡しに直接関係しないメンバが進行役となり，前向きなアイデア評価をもとにしたコミュニケーションのルールに従って行われる．前向きなアイデア評価をもとにしたコミュニケーションのルールは，1つのアイデアに対するものである．図 3.3 のシートの II，III の段に書かれた3つのアイデアの場合には，3回繰り返して行われる．

3.3 ソフトウェア演習への適用実験

3.3.1 目的および方法

適用実験の目的は、前章で実現した同期コミュニケーションツールを用いることにより、シートの電子化によるコミュニケーションの減少の問題が、どの程度改善できるかを明らかにすることである。本研究では、比較対象として、アイデア評価のないチャットのみでのコミュニケーション機能による適用実験を行い、提案ツールを使用した場合の効果を評価する。具体的には、ツール使用時のコミュニケーション、アイデアの調査と、ツール使用後に最終案をもとに作成したレポート内容に対し創造性の度合いを調査して有効性を判定する。

適用実験は、1年次後期の授業であるソフトウェア演習Bの総合演習(最終回)にて実施し、その課題は「選択肢の中から次の行動を選択していくことにより結末に辿り着くゲームを作成する」(2.2.3節(1))である。被験者は1年生12名で、3名1組を1つのグループとして4つのグループに分け、半分の2つのグループはチャットのみでのコミュニケーション機能を使用させる。ただし、これはアイデア評価の機能を抑制しているだけであり、グループ発想法の作業については同じ説明を行う。すなわち、どちらのグループも、前向きなアイデア評価をもとにしたコミュニケーションのルールに従って、コミュニケーションを行う。先行研究におけるグループ発想法の実験では、アイデアを発展させる時間、コミュニケーションを行う時間をそれぞれ5分を基本としたが、各グループで進行管理を行わせているため時間の増減を認めている。

3.3.2 実験結果

ツールの動作

すべてのグループのメンバがルールを理解しソフトウェア演習の時間内で課題解決のアイデアを発想することができた。図3.5にコミュニケーション機能を実装したJava Appletの実行画面を示し、図3.6にWebページの実行画面を示す。図3.5では、左上に各メンバのアイデア評価結果、右上に目安となる時間が表示され、中央部にアイデア評価ボタン、下部にチャットがある。チャットのみでのコミュニケーション機能では、各メンバのアイデア評

学生Bさんのアイデアに対する前向きな評価 アイデアを与えた人

学生Aさんの前向きな評価(アイデアをもらった人)

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

制限時間

0分 1分 2分 3分 4分 5分

学生Cさんの前向きな評価(第3者)

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

前向きな評価の平均

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10



学生Aさんへの提案

野良猫が強い餌を与えると、野良猫との戦いが発生する。
勝利すると仲良くなれるが、やりすぎると嫌われる。

ルール

1. アイデアに対して面白いと思ったらボタンを押す
2. 面白いと思った点を相手に伝える
3. 前向きな評価に対する考えを伝える

メンバー

学生A
学生B
学生C

チャット

学生C> 餌の選択や猫との戦いがあるところが面白い
学生A> 強いものを与えると戦い発生というのが面白かったです
学生B> 選択がある、というのを重視したつもりです
学生B> 前提として、猫も数種類居るイメージなので
学生B> 初めにターゲットにする猫によって強いな餌も違う、ということになります
学生A> それ面白いですね
学生B> (やりすぎると猫が死んでしまう、というのも考えたんですけど)
学生C> 次に進みます

メッセージ

終了して次へ

図 3.5 実行画面 (Applet)

評価結果の表示とアイデア評価ボタンがないものとなっている。図 3.6 は作業終了時の画面であり、コミュニケーション機能を用いたチャットコミュニケーションの記録がシートの中に自動的に表示されている。

被験者である4つのグループに番号を割り振り、グループ1,2はチャットのみ、また、グループ3,4はアイデア評価とチャットの両方、のコミュニケーション機能を使用させる。図 3.5, 3.6 に示した実行画面は、グループ4の実験結果の一部である。

コミュニケーションの分析

コミュニケーションの分析結果を図 3.7, 3.8, 3.9, 3.10, 3.11 に示す。それぞれ、シート内の各アイデア (A-II, B-II など) に対する、チャットコミュニケーションの時間、チャットコミュニケーションのメッセージの回数、チャットコミュニケーションのメッセージの平均文字数、創造的な内容を含むチャットコミュニケーションのメッセージの回数、アイデ

発案者	学生A	学生B	学生C
I	野良猫に餌を与えて手懐けて飼い猫にする	パズルのピースを集めてパズルを完成させるゲーム。	気分に合わせて服装を選ぶ
II	<p>拡張方法</p> <p>野良猫が嫌いな餌を与えると、野良猫との戦闘が発生する。</p> <p>勝利すると仲良くなれるが、やりすぎると嫌われる。</p> <p>by 学生B</p>	<p>拡張方法</p> <p>ピースの選択によってパズルの絵が変わる</p> <p>by 学生C</p>	<p>拡張方法</p> <p>選んだ服の組み合わせを評価してもらって点数をつけてもらう</p> <p>by 学生A</p>
チャット内容	<p>学生C> 餌の選択や猫との戦いがあるところが面白い</p> <p>学生A> 嫌いなものを与えると戦闘発生というのが面白かったです</p> <p>学生B> 選択技がある、というのを重視したつもりです</p> <p>学生B> 前提として、猫も数種類居るイメージなので</p> <p>学生B> 初めにターゲットにする猫によ</p>	<p>学生B> パズルのピースを全部集めるのではなく、集める種類によって絵が変わるのが面白いですね</p> <p>学生B> ということはエンディングも数種類あるのでしょうか</p> <p>学生A> 絵が変わるといっているのは思いつきませんでした。面白かったです</p> <p>学生C> そういう風に考えました</p> <p>学生B> 「人」のピースと「犬」のピー</p>	<p>学生B> 点数がつくと、より高得点を狙っていろいろな組み合わせに挑戦できるので面白いですね</p> <p>学生C> 評価の基準もいろいろ作れそうで面白そうです</p> <p>学生A> 評価してもらって相手を選んで、相手によって評価が変わるなども考えました</p> <p>学生B> 相手も選べるのは面白いですね</p>
III	<p>拡張方法</p> <p>何回かその猫がましかってる餌を与えると猫が懐く</p> <p>by 学生C</p>	<p>拡張方法</p> <p>最終的に完成したパズルの絵に点数がついて、その点数が今日の運勢</p> <p>点数はマイナスもあり</p> <p>by 学生A</p>	<p>実現方法</p> <p>シチュエーションと評価者を決めることで点数が変わる。</p> <p>シチュエーションは「パーティ」「デート」「町中」など。</p> <p>評価者は架空の人物を3人くらい設定する。好みそれぞれ違う。</p> <p>評価点によって評価者から感想メッセージが出る。</p> <p>by 学生B</p>
チャット内容	<p>学生B> 好きな餌も設定できるのはいいと思う</p> <p>学生B> ドライフードとか缶詰とかの種類になるのかな</p> <p>学生A> ましかってる餌、ということは、猫の気分によって食べたいものも変わりそうですね</p> <p>学生C> 魚だったり缶詰だったり</p> <p>学生B> 魚も・・・！面白いですね</p>	<p>学生B> マイナス点、というのが中々ショッキングで面白いですね・・・</p> <p>学生A> 多分これも評価者の好みです</p> <p>学生B> 運勢、というのも面白いです</p> <p>学生B> 完成した絵によるコメントがついても面白いかも、ですね</p> <p>学生B> 金運・恋愛運・健康運に分けるとか</p> <p>学生C> 運勢についてのコメントとかお</p>	<p>学生C> シチュエーションと評価者の組み合わせで点数が変わって面白そうです</p> <p>学生A> 相手と場面の両方を考えるから、結構ゲームの難易度が高そうですね</p> <p>学生B> 恋愛ゲームに近いイメージです</p> <p>学生B> 人によっては常識外れな服が気に入られたり・・・</p>
最終案	<p>道端で出会う野良猫から、気に入った子を手懐ける。話しかけたり餌を与えたり遊んだりなど。餌は猫の気分によって好き嫌いが変わる。選択技によって好感度が上下して、最終的な好感度でEDが変化。</p>	<p>パズルのピースを集めて絵を完成させる。ピースを選択するとそれによって絵が変わる。絵によって点数がつく。点数によってその日の運勢(金運・恋愛運・健康運)などが決まり、コメントが出る。絵の内容によってコメントが変わることもある。</p>	<p>相手と場所に合わせた服を選んでいき、それを評価してコメントをもらう</p>

図 3.6 実行画面 (Web ページ)

ア評価の平均点 (アイデア評価とチャットの両方のコミュニケーション機能を使用するグループのみ) をグラフにしたものである。ここで、創造的な内容を含むチャットコミュニケーションのメッセージとは、アイデアのこの部分が良いといった支持的なメッセージではなく、アイデアを発展させるための糸口となるような、新たなアイデアを含むメッセージである。例えば、実現方法、拡張方法、問題と対処方法を含むメッセージである。

図 3.7 より、グループ 3、4の方がアイデア評価の操作を行うためグループ 1、2よりもチャットコミュニケーションの時間がかかっている (グループ 1、2の平均: 2.8 分、グループ 3、4の平均: 5.8 分)。しかし、図 3.8 から分かるように、グループ 3、4はグループ 1、

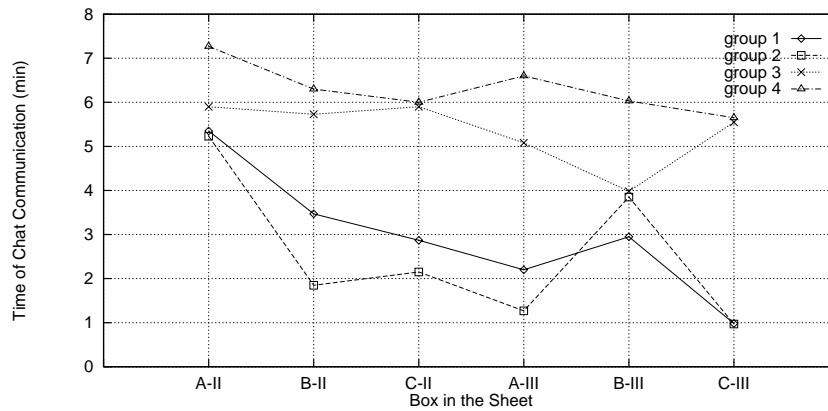


図 3.7 チャットコミュニケーションの時間

2に比べて、チャットコミュニケーションのメッセージの回数が少ないというわけではなく（グループ1,2の平均：3.3回、グループ3,4の平均：7.4回）、アイデア評価にほとんど時間を費やしているわけではない。また、図3.9より、チャットコミュニケーションのメッセージの平均文字数が多く、1回あたりの表現内容が多いことが分かる（グループ1,2の平均：11.6文字、グループ3,4の平均：21.4文字）。さらに、図3.10より、創造的な内容を含むチャットコミュニケーションのメッセージの回数が多いことが分かる（グループ1,2の平均：0.7回、グループ3,4の平均：4.1回）。なお、前向きなアイデア評価をもとにしたコミュニケーションのルールに従って、すべてのグループのすべてのメンバが、全体を通して少なくとも1度は創造的な内容を含むメッセージを発信していた。また、図3.11より、アイデア評価は各メンバに持ち点として10点を与えたが、それぞれのグループにおいて自由に点数付けしていた。

コミュニケーションによるアイデアの理解と発展

グループ3,4とグループ1,2におけるコミュニケーションによるアイデアの理解と発展についての違いを分析する。図3.5,3.6のチャットコミュニケーション履歴に示すように、グループ3,4では多くのチャットコミュニケーションで、互いに評価結果を確認し、アイデアを評価されるメンバがアイデアを評価するメンバにアイデアの補足説明を行っている（A-IIからC-IIIまでの全6回のチャットコミュニケーションのうち、グループ3で

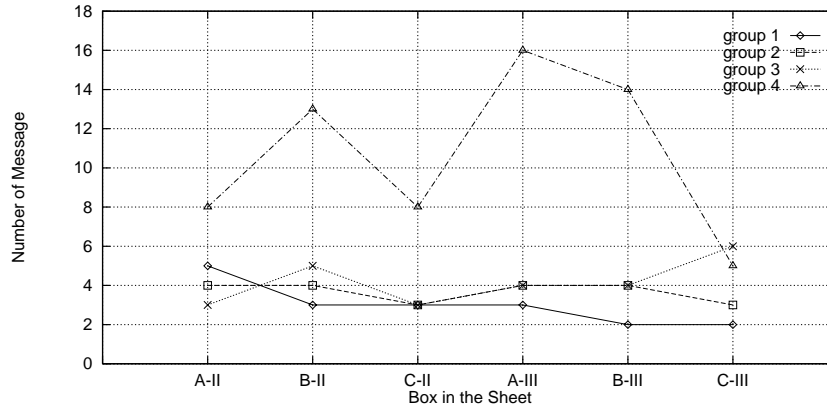


図 3.8 チャットコミュニケーションのメッセージの回数

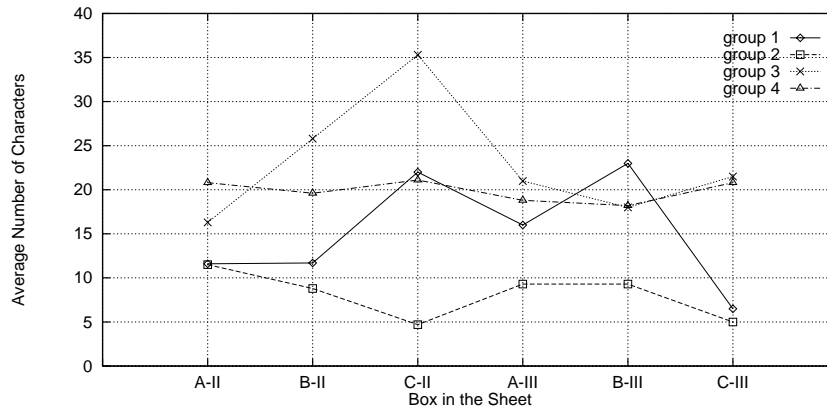


図 3.9 チャットコミュニケーションのメッセージの平均文字数

は3回、グループ4では6回、のチャットコミュニケーションにおいて補足説明が行われている)。しかし、グループ1,2ではほとんど行われていない(A-IIからC-IIIまでの全6回のチャットコミュニケーションのうち、グループ1では1回、グループ2では0回、のチャットコミュニケーションにおいて補足説明が行われている)。このようにグループ3,4は、グループ1,2よりも互いのアイデアに対する意思疎通をはかっている。また、図3.5, 3.6のチャットコミュニケーション履歴から、アイデアを発展させる糸口となっているメッセージは、評価するメンバからのアイデアの良い点を伝えるメッセージや評価されるメンバからの補足説明のメッセージとなっている。このようなことから、図3.10に示したよう

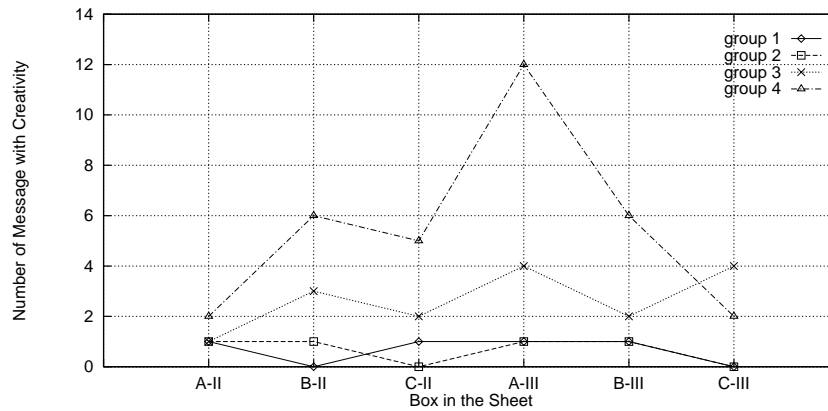


図 3.10 創造的な内容を含むチャットコミュニケーションのメッセージの回数

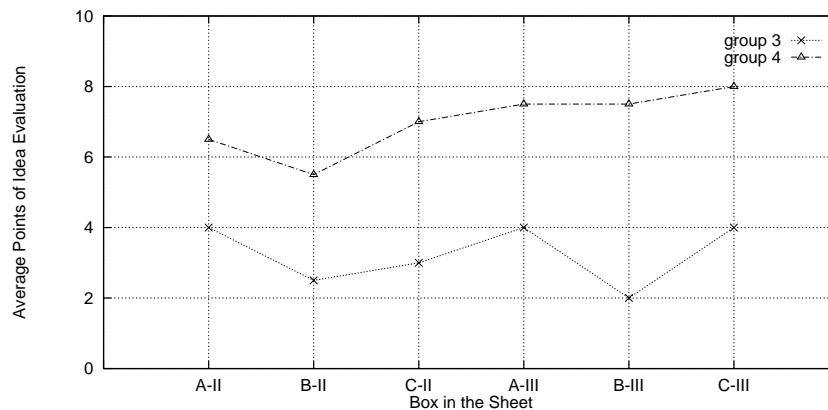


図 3.11 アイデア評価の平均点

に、グループ 3、4 とグループ 1、2 との差が生じている。

上述した実験から、アイデア評価を支援することにより、互いに評価結果を確認しコミュニケーションにより意思疎通をはかり、アイデアを発展させるための糸口となるコミュニケーションにつながることを確認された。また、紙のシートを用いた適用実験との比較では [25]、前向きなアイデア評価をもとにしたコミュニケーションにより、必要最低限のコミュニケーションの量と質を保たせることができ、円滑にグループ発想法の作業を行うことができることが分かった。

3.3.3 創造性の調査

アイデアの量と質

発散的思考支援の視点から同期コミュニケーションツールにより発想したアイデアの量と質を、アイデアの流暢性、柔軟性、独自性により評価する[19], [30]。流暢性の評価は、重複しているアイデア、テーマから外れているアイデア、実現不可能なアイデアを除外したアイデアの数を調べる。柔軟性の評価では、アイデアの広さ、思考観点の多さを調査する。本ツールでは、起点となるアイデアに依存しない観点として(1)シナリオ構成(2)シーンの入力(選択肢)(3)シーンの出力(画面)(4)データ構造(5)アルゴリズム、の5つの観点からなる観点リストを作成し、発想したアイデアを観点リストに割り当て、割り当てられた観点の数を調査する。独自性の調査は、アイデアのユニークさを調べる。似たものがないアイデアの数を主観的判断基準により調査する。本ツールの独自性の調査では、他のメンバが発想した抽象的なアイデアを実現に向けて具体化したようなアイデアも似たものとみなしている。

本ツールでは、ブレインライティング法やブレインストーミング法のようにグループ全体で優れたアイデアを自由に発想することを目的としているのではなく、個人のアイデアを起点として大切にしながらグループでそのアイデアを実現可能な範囲で発展させることを目的としている。したがって、起点となる個人のアイデアが異なれば、それを発展させたアイデアも内容が異なることになる。このため、柔軟性評価では起点となるアイデアに依存しない観点リストを作成している。

表3.1に調査結果を示す(表中の数(列名)はアイデア数を示す)。評価対象のアイデアには、シート中の各メンバの起点となるアイデア(焦点法で得られたアイデア)と収束的思考が含まれる最終案は含まれていない。図3.10に示した創造的な内容を含むチャットコミュニケーションのメッセージはアイデアとして評価対象に含めている。すべての評価において、アイデア評価とチャットの両方のコミュニケーション機能を使用したグループ3, 4は、チャットのみでのコミュニケーション機能を使用したグループ1, 2よりも高い評価となっている。

表 3.1 アイデアの量と質

グループ	数	流暢性評価	柔軟性評価	独自性評価
1	10	7	3	3
2	10	8	2	3
3	22	19	4	5
4	39	34	5	5

仕様書における創造性

最終案をもとに学生が作成した仕様書（レポートの一部）における創造性の調査を行う。

創造的産出物には、独創性、実用性と賢明性、生産性と柔軟性、市場性と実現可能性、包括性、洞察性などの特性がある[15]。これらの特性のうち、創造的認知に関する研究[15]において明確な評価方法が示されている独創性、賢明性を取り上げ、創造性を評価する。独創性とともに賢明性を評価するのは、珍しいだけで意味を持たないものを除くためである。独創性の評価は、評価者が同じ課題に取り組んだ時に思いつかなかったゲームであるかを表すもので、次の5段階すなわち、1：非常にありふれている、2：ありふれている、3：どちらともいえない、4：独創的、5：非常に独創的、により判定する。また、賢明性の評価は、ゲームとしてうまく作られているかを表すもので、5段階すなわち、1：非常にいいかげん、2：いいかげん、3：どちらともいえない、4：賢明、5：非常に賢明、で判定する。

評価者は同じ課題に取り組んだ上級生である3年次の学生15名であり、チャットのみでのコミュニケーション機能を使用したグループ1、2の学生6名と、アイデア評価とチャットの両方のコミュニケーション機能を使用したグループ3、4の学生6名が作成した仕様書を評価する。

表3.2に調査結果を示す。独創性と賢明性の評価がともに平均3.0以上であった学生6名のみを示している。グループ1、2からは1名ずつであったが、グループ3、4からは2名ずつであった。これは、図3.10に示した創造的な内容を含むチャットコミュニケーションのメッセージ数が多かったため、グループ発想法によるアイデアの発展がより効果的にできたことが影響している。シートに入力されたアイデアとチャットコミュニケーション内容の関連を調査すると、グループ3、4は、ソフトウェアとして実現するために必要な、シー

表 3.2 仕様書における創造性

No.	グループ	シーン数	独創性評価	賢明性評価
1	1	20	3.5	3.0
2	2	9	3.0	3.1
3	3	9	3.5	3.7
4	3	14	3.5	4.1
5	4	7	3.5	4.0
6	4	43	4.1	4.7

ン構成，選択肢，データ構造などの観点から，シートに入力されたアイデアをより良くする内容のチャットコミュニケーションを行っていた．

3.4 考察

3.4.1 同期コミュニケーションツールの有効性

前向きなアイデア評価をもとにしたコミュニケーションのルールを導入したグループ発想法を提案し，アイデア評価とチャットを用いたコミュニケーション機能を付加した同期コミュニケーションツールの適用実験の結果から，グループ発想作業を支援する上で（１）チャットのみでのコミュニケーション機能だけでは不十分であること（２）アイデア評価とチャットの両方のコミュニケーション機能が有効であることが分かった．また，コミュニケーションのルールを示しただけでは学生が具体的な行動に移せないことが原因であることが分かった．例えばグループ２では，図 3.9 に示したように，チャットコミュニケーションのメッセージの平均文字数が少なく，コミュニケーションが進展していない．

これに対して，アイデア評価ボタンを使用する場合には，容易に評価を行動に移せ，アイデアの良い点，アイデアをより良くするために，不足している点や悪い点を改善する方法をチャットで相手に伝えることができていた．図 3.5，3.6 に示した適用実験では，ブレインストーミングにおけるアイデアの結合改善のように [13]，評価対象のアイデアを前向きに発展させていた．このように，学生にとっての効果的な支援方法の 1 つとして，グループ発想法のルールに従い簡単な操作でコミュニケーションを行うことができる機能を充実させることがあげられる．

3.4.2 組織活動における問題共有・解決への応用

本研究の同期コミュニケーションツールは、ソフトウェア演習における創造的な課題解決を対象としているが、互いにアイデアを共有し解決に向けてアイデアを発展することができるという利点を、組織活動における問題共有・解決へ応用することも可能である [31]。組織活動における問題共有・解決に応用するには、グループ発想法のシートの最初の段 (A-I, B-I など) に各メンバが問題を入力し、それに対する解決案をグループで互いに出し合うように使用する。

我々の研究室で例年行っているおでん会の企画を取り上げ、その企画を担当する2年生6名を対象に適用実験を行った。おでん会の企画には、買い出し、調理、運営の役割分担があり、グループのメンバは役割分担が異なるように構成し、3名1組のグループ2つに分けた。その結果、各メンバが問題を持ちより共有し互いに解決案を出し合うことができることを確認できた。特にコミュニケーション不足の解消に役立ち、本ツール使用後に協力して企画に取りかかっていた。アンケート調査より、“他のメンバが考えている問題点が分かったので役に立った”、“問題点を見つけることができて良かった”、という回答が得られた。また、おでん会当日においても昨年度よりも問題が少なく運営できていた。組織活動においては、ソフトウェア演習の課題のような仕様を作成して設計、開発に取りかかるのとは異なり、現実の問題を解決するにはアイデアのみに頼るわけではない。このため、本ツールは、特に問題を共有し互いに解決しようとする意識を各メンバに与える効果がある。このため、コミュニケーション不足が原因で組織活動が円滑にできない場合には有効である。

また、比較的大きい組織に適用する場合には、役割分担 (各部署など) から代表者を出して同期コミュニケーションツールを使用させることが検討できる。同期コミュニケーションツールにより得られた結果を、代表者が各部署に持ち帰り議論することにより、部署内での情報共有を行うことができる。さらに、各部署での議論の結果をもとに再度、同期コミュニケーションツールを使用することもできる。このように、組織活動における同期コミュニケーションツールの様々な活用方法を検討することができる。

3.5 まとめ

本章では，1.2.2 節で述べた課題 (T2) の解決を目指し，コンピュータネットワークによる同期コミュニケーションを活用した支援ツールの実現という目的に対して，コンピュータネットワークによる同期コミュニケーションを活用し，紙のシートを用いたグループ学習手法では不可能であった，即時性を活かした相互作用を促進する手法を提案した．これによって，アイデアの発想・発展を効果的に行えるコミュニケーションを促進し，創造的な課題解決を行わせることが可能となった．これについては大学演習授業での実践的な評価実験を行い，提案手法の有効性を確認した．これは，課題 (T2) の解決に寄与する．

第4章 創造的な課題解決を支援する 非同期コミュニケーションツール

第4章「創造的な課題解決を支援する非同期コミュニケーションツール」では、1.2.2節で述べた課題(T2)の解決を目指し、コンピュータネットワークによる非同期コミュニケーションを活用した支援ツールの実現を目的とする。この目的の達成のために、個々のメンバのタイミングでメッセージを発信できる非同期性を活かし、空間的・時間的制約が少ない創造的活動を支援する手法を提案する。これによって、アイデアの発想・発展に対する時間的制約を減らし、メンバ毎の発言やアイデアの数を、ばらつきなく、ある程度保たせることにより、効果的に創造的な課題解決を行わせることが可能となり、課題(T2)の解決に寄与する。

4.1 はじめに

前章で述べた同期コミュニケーションツール(チャットコミュニケーション)では、授業時間の制約上、制限時間内でのメンバのタイミングの良い発言が求められる。したがって、メンバが積極的に発言しコミュニケーションが盛り上がる場合には効果的にアイデアの発展ができたが、積極的に発言しない場合や発言が噛み合わない場合などには、アイデアの発展が停滞し、コミュニケーションの盛り上がりの度合いによりアイデア数に違いが現れた。このような場合には発言の強制・指示などによりメンバの注意を喚起させることによってグループ発想作業を促進させることが期待できる。

これに対し非同期コミュニケーションでは、メンバ毎のタイミングでメッセージをやり取りできるという特性があるためメンバに対する制限・制約が少なく、時間をかけ注意を集中

しアイデアを発想させることが期待できる。例えば，グループ支援システム（GSS:Group Support System）による同期コミュニケーションと電子メールによる非同期コミュニケーションとを使用するグループに分け，ブレインストーミングを行わせた場合には，基礎的なアイデア（課題に関する事実など）の数とアイデアの総数は同期コミュニケーションの方が多いが，アイデアの総数に対する推論によるアイデア（基礎的なアイデアの組み換えや合成によるアイデアなど）の割合は非同期コミュニケーションの方が多いという効果がある [34]。

そこで本章では，先行研究のグループ発想支援手法へ非同期コミュニケーションの導入を試み，ツールとして実現し，同期コミュニケーションツールとの比較からグループ発想作業に与える効果を明らかにする¹。具体的には，非同期コミュニケーションを導入したグループ発想法を提案し，それに基づくマルチエージェントシステムによる非同期コミュニケーションツールを構築する [33]。さらに同期コミュニケーションを活用した比較ツールとして，制限時間，発言のタイミングを指示し，各メンバの注意を喚起し集中してグループ発想作業を行わせる同期コミュニケーションツールを構築し，演習授業への適用実験を通して，双方のツールのグループ発想作業に対する効果を分析する。

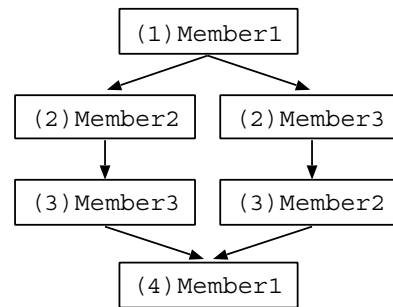
4.2 非同期コミュニケーションによるグループ発想支援手法

4.2.1 非同期コミュニケーションによるグループ発想法

本研究では，非同期コミュニケーションによりメンバ毎のタイミングでメッセージをやり取りできる，新たなグループ発想法のルールを提案する。

提案手法におけるルールは，アイデア発展のルール及びアイデア評価のルールからなる。図 4.1，4.2 に，各ルールの内容をメンバ間のメッセージの流れ図とともに示す。グループ発想作業では，最初にアイデア発展のルール，次にアイデア評価のルールに従って作業する。ただし，図 4.1 のアイデア発展のルールは，3 名 1 組のグループにおける 1 名のメンバに対するメッセージであり，グループ内では 3 名のメンバ分のメッセージが非同期に流れ

¹本研究の評価実験では，非同期コミュニケーションツールを用いて同室で同時に参加者に作業を行わせる。このため，グループの共同作業という観点からは，同期作業に分類されるという見方もある。



非同期コミュニケーションによるアイデア発展のルール

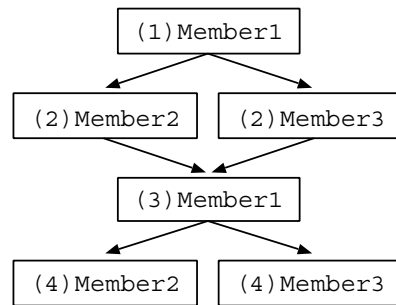
- (1) グループのメンバ1が焦点法で得られたアイデアおよびそのアピールポイントを書いたメッセージをメンバ2, 3に伝える
- (2) メンバ2 (またはメンバ3) は, (1) のアイデアの良い点, 発展案およびそのアピールポイントを書いたメッセージをメンバ3 (またはメンバ2) に伝える
- (3) メンバ3 (またはメンバ2) は, (2) のアイデアの良い点, 発展案およびそのアピールポイントを書いたメッセージをメンバ1に伝える
- (4) メンバ1は, (3) のメッセージを受け取り, 最終案をまとめる

図 4.1 非同期コミュニケーションによるアイデア発展のルール

ることになる。

提案手法では, 同期コミュニケーションの場合と異なり 1 枚のシートにグループのメンバがアイデアを同時に入力しないため, 図 3.3 のシートを列で分割して, メンバ毎のアイデアの発展を独立に行わせる。また, 図 3.1 のアイデア発展のルールに図 3.2 のコミュニケーションのルールの一部を組み込み, どのようにアイデアを発展させたかを次にアイデアを発展させるメンバに伝える (図 4.1)。アイデア発展のメッセージの流れは一方であり, アイデアを出した前のメンバに補足説明などをしてもらうことはできないため, 次のメンバに分かりやすく伝達できるように, 発展案だけでなく, 良い点, アピールポイントも書かせる。

先行研究の手法では, 図 3.3 のシートおよびチャットコミュニケーションにおいてアイデアの発展を行うことができる。特にチャットコミュニケーションではシートのアイデアを参考にしてブレインストーミングにおける結合改善のように [13], アイデアを発展させることができる。このため, シートの列はメンバ1 メンバ2 メンバ3 などのようにアイ



非同期コミュニケーションによるアイデア評価のルール

- (1) グループのメンバ1が最終案およびそのアピールポイントを書いたメッセージをメンバ2, 3に伝える
- (2) メンバ2 (またはメンバ3) は, (1) の最終案の良い点, 最終案をより良くするコメントを書いたメッセージをメンバ1に伝える
- (3) メンバ1が, メンバ2 (またはメンバ3) の評価についての感想, 補足説明を書いたメッセージを返答する
- (4) メンバ2 (またはメンバ3) が, (3) の返答メッセージを受け取り終了となる

図 4.2 非同期コミュニケーションによるアイデア評価のルール

アイデア発展の順番が定められているが, チャットコミュニケーションではその順番とは関係なくグループのメンバが自由に発言しアイデアを発展させることができる。

提案手法においても同様の作業を行わせることを目的とするが, 非同期コミュニケーションにより図 3.2 のコミュニケーションのルールを行わせると複数のメッセージが非同期に届くことになり, メンバがコミュニケーションの流れを把握するのが妨げることが予想される。このため, コミュニケーションの流れを把握できる範囲で, 先行研究の手法のようなメンバの発言数に近づけることができるように, 図 4.1 のルールでは 2 通りのアイデア発展の流れを定めている。さらに, このままでは焦点法により起点となるアイデアを出したメンバと発展させたメンバとの直接的なコミュニケーションがなくなるため, これに加え図 3.2 のコミュニケーションのルールに代わる図 4.2 のアイデア評価のルールを導入している。

グループ発想作業終了時に各メンバは, アイデア発展のルールにおける発展案 (4 つ) と, アイデア評価のルールにおける最終案をより良くするコメント (2 つ) の合計 6 つのアイデ

アを他のメンバから得ることができる。ただし，アイデア発展，アイデア評価のルールにおけるメッセージには，良い点，自分の発展案のアピールポイントがあり，それらには，自分の観点から拡大解釈して書いた良い点，発展案の魅力を新たな観点から説明したアピールポイントなどのような，アイデアが含まれる可能性があるため，他のメンバから得られるアイデアが6つ以上になる可能性がある。

4.2.2 非同期コミュニケーションツール

非同期コミュニケーションツールでは電子メールを用いる。すなわち，既存のメールサーバ（Message Transfer Agent）を用いて，グループ発想作業を促すメッセージの送信およびユーザからの返信メッセージの受信を行う仕組みをサーバとして構築する。これにより，グループの各メンバは既存の電子メールソフト（Mail User Agent）を利用してグループ発想作業を行うことができる。したがって，特定の Web サイトにアクセスしたりソフトウェアをインストールしたりするなどのグループ発想作業を行うための事前準備をする必要がなくなり，時間，場所を問わず利用が可能となる。このため，使いやすさの向上も期待できる。

非同期コミュニケーションによるグループ発想支援の流れを以下に示す（1）ユーザからの参加要求に応じてグループを構成する（2）グループの各メンバに，ルールに従いグループ発想作業を促すメッセージを送信する（3）グループの各メンバからのメッセージを受信し各メンバの状態を管理する。ただし，これらは定型的な作業ではなく，構成人数の異なるグループに対してメンバの状態管理，メッセージ交換ができること，アイデア発想に行き詰まった状況を判断し順番を飛ばしたり順番を替えたりするような配送方法に変更できることなどが求められる。

上述した提案手法に基づく支援ツールの実現においては（a）グループのメンバ毎の状態管理ができる（b）グループの構成人数や行き詰まりの発生に応じてメッセージの流れ（配信方法）を変更することができる，などの要件が求められる。これらの要件に対してマルチエージェントシステムでは（a'）グループのメンバ毎にエージェントを割り当てることにより，状態を管理することができる（b'）複数のメッセージの配信方法をエージェン

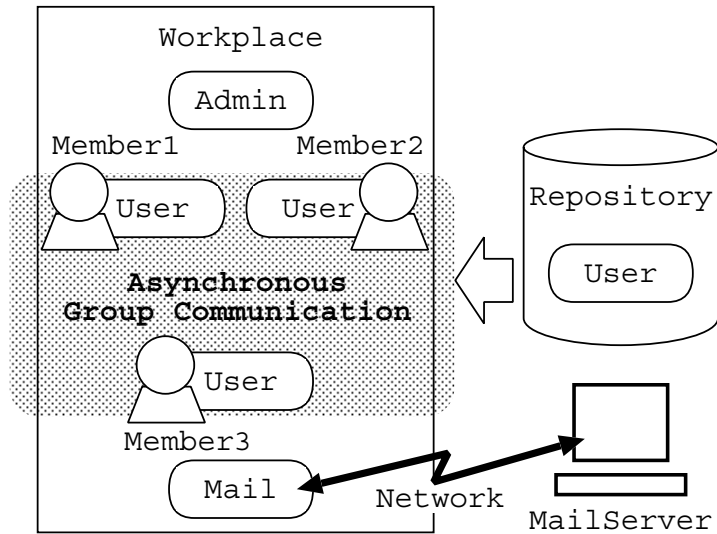


図 4.3 エージェントによる非同期コミュニケーションツール

トの知識として記述し，エージェント間の協調的な動作により状況に応じて切り換えることができる，により対応可能である．

本研究ではこのように実装が容易であるため，マルチエージェントシステムとメールサーバを用いて，これらの支援機能を実現する．非同期コミュニケーションツールでは，リポジトリ型マルチエージェントシステム DASH[35] およびエージェントシステム開発環境 IDEA[36] を用いて，図 4.3 に示すようにエージェントを構築する．DASH には，再利用可能なエージェントを管理するリポジトリとエージェントの動作環境であるワークスペースがあり，必要に応じてリポジトリからワークスペースにエージェントを呼び出し動作させることができる．

本研究のエージェントは (1) の支援すなわちユーザ管理とグループ構成を行う管理者エージェント (Admin) (2) および (3) の支援の電子メールの送受信を行うメールエージェント (Mail) (2) および (3) の支援の各メンバの状態を管理しルールに従い送信メッセージの生成を行うユーザエージェント (User) により構成される．管理者エージェント，メールエージェントは最初からワークスペース上で動作しているが，ユーザエージェントは 1 人に 1 つ割り振るため，ユーザからの参加要求に応じて管理者エージェントがリポジ

トリより呼び出し動作させる。

ユーザからの参加要求およびグループの各メンバのグループ発想作業は電子メールにより行うが、電子メールの解析は、件名 (Subject) のテキスト、本文にタグを埋め込むことによりどこに何が記述されているかを判別する。タグの種類には、例えば、good (前のメンバのアイデアの良い点)、StepII、StepIII (発展案)、point (発展案のアピールポイント) などがある。グループ発想作業は、非同期コミュニケーションツール用の電子メールアドレスに、グループの各メンバが電子メールを送信することにより行われる。基本的に、非同期コミュニケーションツールからの作業を指示する電子メールに返信する形式でグループ発想作業を行う。

4.3 ソフトウェア演習授業への適用

4.3.1 適用実験

(1) 目的

非同期コミュニケーションツール及び同期コミュニケーションツールを用い、その各々についてどのような効果が得られるかを明らかにする。非同期コミュニケーションについては発言する順番および回数が予め定められ、メンバ毎のタイミングで発言する。同期コミュニケーションについては、発言が進行役により指示され、メンバが指示に従いタイミング良く発言する。

(2) 条件

非同期コミュニケーションツールとしては前節で述べたものを用いる。また、同期コミュニケーションツールとしては前節と同じ DASH、IDEA を用いて新たに作成したツール (比較ツール) を用いる。比較ツールの詳細については 4.3.2 節で述べる。実験時間は授業時間内 (90 分間) とする。遅延がない場合には、非同期コミュニケーションツールで 42 分間、同期コミュニケーションツールでは 38 分間で作業が終了する。

(3) 被験者

所属大学の 1 年次学生 12 名、3 名を 1 グループとして 4 グループに編成し、2 グループずつ無作為に非同期コミュニケーションツール、同期コミュニケーションツールを使うよ

うに割り当てる．すべての被験者は同室で1人1台のコンピュータを用いて作業を行う．6台の机と椅子をまとめて配置しそれを2セット用意して，2つのツールを使用する被験者に分け着席させる．着席後グループ分けを行うためグループ毎の座席とはならない．非同期コミュニケーションツールを使用する被験者には予めメッセージの作成時間をグループ発想作業を促すメッセージを読んでからできる限り制限時間以内で行うように指示を与える（アイデア発展（最終案をまとめる作業も含む）では5分，アイデア評価では3分でメッセージを作成する）．また，強制的に時間制限をするわけではないため，アイデアがすぐに浮かばない場合などは，制限時間を越えてもよいと指示を与えてある．

（4）手順

非同期コミュニケーションツールを使用する被験者は，図4.1，4.2に示したフローに従って作業を行う．同期コミュニケーションツールを使用する被験者は，図3.1，3.2に示したルールに従って作業を行う．図3.2のルール1，2，3についてそれぞれ時間を定め，開始と終了の合図を行う．合図によって被験者に作業内容の説明を行い，また発言が少ない場合には発言を促す（詳細は4.3.2節に示す）．

（5）実験結果

すべての被験者がルールを理解し，規定時間内（授業時間内）に課題解決のアイデアを発想することができた．実験時の双方のツールの動作については4.3.3節で述べる．

4.3.2 比較ツール

比較ツールの実現には同様にDASH，IDEAを用いている．図4.4に示すように分散環境において，図4.3と同様の管理者エージェント（Admin），グループ発想作業全体のユーザの状態を管理するユーザエージェント（User），シート機能を支援するシートエージェント（Sheet），コミュニケーション機能における発言状態の監視および発言が少ない場合に発言を促すメディエータエージェント（Mediator），ルールに従い時間の進行管理を行うファシリテータエージェント（Facilitator）により構成される．ユーザエージェント，シートエージェント，メディエータエージェントはユーザ毎に割り当てられ，ファシリテータエージェントはグループ毎に割り当てられる．このため，これらのエージェントはリポジ

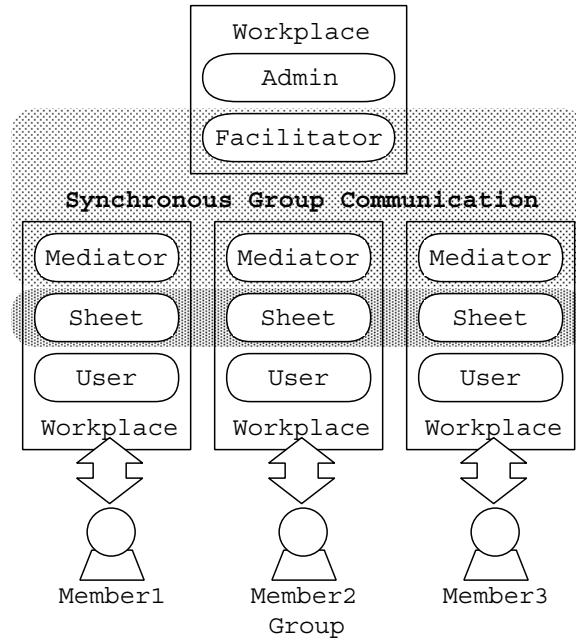


図 4.4 比較ツール

トリから管理者エージェントにより呼び出され動作する。

シートエージェントはグループの各メンバに5分間で各ステップ(図3.3のシートの各段)のアイデア発展を行わせる。メディエータエージェントは発言状態として宛先と発言内容(予め用意してある選択肢から選ばせる)、発言数を監視する。進行役はメディエータエージェントとファシリテータエージェントの協調作業により行う。ただし、コミュニケーションの進行パターンは複数存在し、また、コミュニケーションの終了の判定は難しいため、先行研究[32]よりグループの全メンバが途切れず集中して行ったコミュニケーションを分析し3分間で終了する進行パターンを定める。

3分間の進行パターンにした理由は、先行研究において、メンバに進行役を行わせた場合に手際が悪く時間がかかったが、そのような時間がかからないこと、コミュニケーションの開始時に発言が多く、時間が経過すると発言が停滞し、その後は時間が経過しても停滞したまま終了していたため、最初から発言が停滞した場合には時間により発言が増えることが期待できないこと、からである。

この進行パターンでは、2人の評価者をA、Bとすると、最初に、評価者A、Bにアイ

デアの良い点を発言させる。次に、評価者 A に自分が発言した良い点を、より良くする方法（発展案）を発言させ、同様に、評価者 B に自分が発言した良い点を、より良くする方法を発言させる。以降、時間が許す限り、評価者 A に評価者 B が発言した良い点（または発展案）を、より良くする方法を発言させ、同様に、評価者 B に評価者 A が発言した良い点（または発展案）を、より良くする方法を発言させる。アイデアを評価されるメンバには、評価者 A、B の発言に対して返答（感想）や補足説明をさせる。

2 人の評価者が指示に従い発言すれば、1 回の 3 分間のコミュニケーションでは少なくとも、評価者 A、B の最初の 2 つの発展案を得ることができる。したがって、グループ発想作業の終了時には少なくとも、各メンバがシートの 2 つの発展案と 2 回のコミュニケーションによる 4 つの発展案の合計 6 つのアイデアを得ることができる。

エージェントの動作については、図 3.2 に示したコミュニケーションのルールの 1～3 に対してそれぞれ所要時間を定め、ファシリテータエージェントに開始と終了の合図をさせる。そして、メディエータエージェントにその合図によってグループの各メンバへ作業内容の説明をし、また、発言の監視により発言が少ない場合に発言を促す。発言を促すメッセージには、単に発言をするように注意をするだけでなく、他のメンバの発言をきっかけに、それに関連した発言をするように指示するものも含まれている。発言回数に制限は設けていない。

なお、同期コミュニケーションツールは、進行パターンおよび進行役による発言の指示を除き、先行研究のツールと同じ動作をする。

4.3.3 双方のツールの動作

図 4.5、4.6 に、非同期コミュニケーションツールを使用したグループ 1 におけるメッセージ内容（実験結果の一部）を示す。図 4.5 の上図は、メンバ 1 宛のグループ発想作業を促すメッセージであり、メンバ 2 の起点となるアイデアに対する発展案を入力させるものである。図 4.5 の下図は、メンバ 3 宛のグループ発想作業を促すメッセージであり、図 4.5 の上図のメッセージにメンバ 1 が返信したアイデアに対する発展案を入力させるものである。図 4.6 は、メンバ 2 宛のグループ発想作業の結果を知らせるメッセージである。メンバ 2 は

件名：StepII(1) メンバ 2 さんの発展案を考えて下さい

グループ発想作業メッセージ
 メンバ 2 さんの初期案に対する良い点，発展案を
 考えて下さい
 5 分以内に，このメールに返信して下さい

良い点を以下の good タグの間に入力して下さい
 good /good
 発展案を以下の stepII タグの間に入力して下さい
 stepII /stepII
 発展案のアピールポイントを以下の point タグの間
 に入力して下さい
 point /point
 good, stepII, point タグの間にだけ入力して，
 このメールに返信して下さい

— メンバ 2 さんの初期案 (StepI) —
 初期案：アスリートの育成シミュレーション
 ポイント：ゲームの中ならオリンピックで優勝できる
 かもしれない

(1) メンバ 1 宛のメッセージ例

件名：StepIII(1) メンバ 2 さんの発展案を考えて下さい

グループ発想作業メッセージ
 メンバ 2 さんの初期案を発展させたメンバ 1 さんのアイデア
 に対する良い点，発展案を考えて下さい
 5 分以内に，このメールに返信して下さい

メンバ 1 さんのアイデアの良い点を good タグの間に入
 力して下さい
 good /good
 発展案を以下の stepIII タグの間に入力して下さい
 stepIII /stepIII
 発展案のアピールポイントを以下の point タグの間に
 入力して下さい
 point /point
 good, stepIII, point タグの間にだけ入力して，
 このメールに返信して下さい

— メンバ 2 さんの初期案 (StepI) —
 初期案：アスリートの育成シミュレーション
 ポイント：ゲームの中ならオリンピックで優勝できる
 かもしれない

— メンバ 1 さんの発展案 (StepII) —
 良い点：育成シミュレーションは面白い。
 発展案：バスケ，サッカー，などのスポーツは既存の
 育成ゲームがでているので，内容を陸上などに絞った方
 がよいかもしれない。
 ポイント：今までにないゲームができるかもしれない。

(2) メンバ 3 宛のメッセージ例

図 4.5 非同期コミュニケーションツールのメッセージ例

このメッセージ（メンバ 2 → メンバ 1 → メンバ 3 を経由）ともう 1 つのメッセージ（メン
 バ 2 → メンバ 3 → メンバ 1 を経由）を受け取り，最終案をまとめた後ルールに従い，アイ
 デア評価を行うことになる．グループ 1, 2 のすべてのメンバがルールのすべてのステップ

件名：StepLog(1) メンバ 2 さん：発展案の通知

グループ発想作業メッセージ
 これまでに受け取った発展案です
 このメールに返信する必要はありません

— メンバ 2 さんの初期案 (StepI) —
 初期案：アスリートの育成シミュレーション
 ポイント：ゲームの中ならオリンピックで優勝できる
 かもしれない

— メンバ 1 さんの発展案 (StepII) —
 良い点：育成シミュレーションはおもしろい。
 発展案：バスケ、サッカー、などのスポーツは既存の
 育成ゲームがでているので、内容を陸上などに絞った方
 がよいかもしれない。
 ポイント：今までにないゲームができるかもしれない。

— メンバ 3 さんの発展案 (StepIII) —
 良い点：絞ったほうがやりやすいかも
 発展案：陸上競技に絞ったら、どの種目をやるかとかも
 決めたらいいかも
 ポイント：いろんな競技で楽しめる

図 4.6 非同期コミュニケーションツールの結果通知例（メンバ 2 宛）

でメッセージ内容を考え送信することができていた．このため，すべてのメンバが同数の発展案などのメッセージを受け取ることができている．

一方，グループ 3 における同期コミュニケーションツールの実行画面例（実験結果の一部）を図 4.7，4.8 に示す．図 4.7 がシート機能，図 4.8 がコミュニケーション機能の入力画面を示している．シート機能には画面上部にシートエージェントによる作業内容の説明機能があり，コミュニケーション機能には画面下部のチャットにメディエータエージェントによる作業内容の説明と発言が少ない場合に発言を促すメッセージを表示する機能がある．

グループ発想支援システム

グループ発想支援システム【シート画面】

課題：ゲームのシナリオ作成

IIを発展させたアイデアを入力して、「送信」ボタンをクリックして下さい

	メンバー1	メンバー2	メンバー3
I	性別を選択し、どちらのトイレに入るかによって状況が変わっていき、今の具合いに合わせてどの便器にするか選択し、最後に汚物などの処理をどうするかによってその人の性格がわかる。	喧嘩している人たちをその状況にあった言葉で解決に導く。	えさを与える 水を与える お手を覚えさせる 覚えさせるまで犬を選択し犬を訓練する 犬の種類を選んでいくことによって正確を判断する
II	便器は洋式・和式じゃなくてもっと性格が分かれそうなもので、汚物処理も性格で分かれそうな斬新なものかいいと思う。	どんな言葉をかけたら开心的か、どんな言葉で説得できるか具体的に書きたい。突然喧嘩に巻き込まれて殴られるなどのいきなりな場面を考えたい。	犬の毛並みを整えたり、好きな食べ物を与えることで、犬の機嫌が代わる。犬の家やいろいろなグッズも与えられる。犬は訓練して大会に出させて、勝ったら賞金がもらて、そのお金で犬を強化していく。そして、ゆくゆくは競馬に出させる
チャット	履歴 (No.1 メンバ3) > メンバ2 : [良い点] 便器を使ってるのがよかった！！ (No.2 メンバ3) > メンバ2 : [良い点] トイレに注目したのが斬新だった！！ (No.3 メンバ3) > メンバ2 : [発展案] 冬バージョンの凍ったの事を考えればいいかもしれないです。 (メンバ3.1 さんの評価点 : 1点) (メンバ3.2 さんの評価点 : 1点)	履歴 (No.1 メンバ2) > メンバ3 : [良い点] 喧嘩の場面がリアルっぽくてよかった！！ (No.2 メンバ2) > メンバ3 : [発展案] クラムオーバーだと病院送りなどの場面を考えられいいかもしれないです。 (No.3 メンバ1) > メンバ3 : [発展案] 喧嘩に巻き込まれた状況で守る人がいるかによって状況が変化！	履歴 (No.1 メンバ1) > メンバ3 : [満足/説明] 犬じゃなく猫でも対応可能です！！ (No.2 メンバ3) > メンバ1 : [発展案] 長次第で犬以外になってもいいんじゃない！！ (No.3 メンバ2) > メンバ1 : [発展案] 犬を結婚させて子供を残せればいいと思う
	メンバー3 拡張方法 トイレに入れるか入れないかで後の行動が決まる。軍のトイレか外のトイレかでしやすさに違いがある。 水がでるかでないかで後の行動が決まる。我慢できるかできないかで後の行動が決まる。	メンバー1 拡張方法 喧嘩をして警察が来たになったらどうその場をしのぐかの選択をする。 喧嘩に巻き込まれるまでも場面も考えられいいと思う。 喧嘩は仲間が助けにくるかこないかもいいと思う。	メンバー2 拡張方法 それまでで与えたものの次第で犬がふにかと拒否して、それによってしつポイントが増えていく。
III			

制限時間 (5分)

0分 1分 2分 3分 4分 5分

4分13秒

送信 次へ

図 4.7 シート機能の実行画面例

前向きなアイデア評価

メンバー1さんへの前向きなアイデア評価

【あなたは評価者です】

あなたの評価点

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

メンバー2さんの評価点

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

評価点の平均

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

制限時間

0分 1分 2分 3分

2分34秒

評価ボタン

(10点満点)

評価対象のアイデア：メンバー1さん → メンバ2さん

喧嘩をして警察が来たになったらどうその場をしのぐかの選択をする。
喧嘩に巻き込まれるまでも場面も考えられいいと思う。

メンバー

メンバー1さん
メンバー2さん
メンバー3さん

チャット

不足している点や悪い点を見つけ、その改善方法などを考えて下さい。
内容から発展案を選択し、メッセージを入力後、送信して下さい。
アイデアの良い点を伝えて下さい。

(No.1 メンバ2) > メンバ1 : [発展案] 喧嘩が発生する場所を書けいいかもしれない
(No.2 メンバ2) > メンバ1 : [発展案] 歌舞伎町とか氷田町とか
(No.3 メンバ2) > メンバ1 : [良い点] 警察沙汰とか仲間が駆けつけるのがおもしろい
(No.4 メンバ3) > メンバ1 : [発展案] けがの具合によって病院を選択。看護婦との出会いがある。
(No.5 メンバ2) > メンバ1 : [良い点] 喧嘩の度合いによって刑務所の対応が違う
(No.6 メンバ1) > メンバ2 : [感想] 出会いっていいね。

宛名 ● メンバ1さん 内容 ○ 良い点 ● 発展案

メッセージ

送信

図 4.8 コミュニケーション機能の実行画面例

4.3.4 分析と評価

非同期コミュニケーションツールのメッセージ送信タイミングの分析及び同期コミュニケーションツールで送られたメッセージ数の分析

被験者である4つのグループに番号を割り振り、グループ1,2は非同期コミュニケーションツール、また、グループ3,4は同期コミュニケーションツール、を使用させた。非同期コミュニケーションツールでのメッセージ送信に要した時間を図4.9,4.10に示す。図中の時間は、ルールの各ステップにおいて、グループ発想作業の指示メッセージを受信してから、それに従いメッセージを送信するまでにかかった時間を示している。

一方、同期コミュニケーションツールでの、シートの各アイデア(A-II, B-IIなど)に対するコミュニケーションにおける、すべてのメッセージの数とアイデア発展のメッセージ(すべてのメッセージからアイデアの良い点や感想などのメッセージを除いた、アイデア発展の糸口となるメッセージ)の数を、表4.1,4.2に示す。

以下の3つの視点から分析と評価を行う。

(1) 非同期コミュニケーションツールにおけるメンバ毎のメッセージ送信タイミングの分析

図4.9,4.10より、グループ1,2の各メンバが自分のタイミングでメッセージ送信していたため、メッセージ送信に要した時間が異なっている。作業指示メッセージを受信した時間がその内容を読んだ時間とは必ずしも限らないため、図4.9,4.10の受信から送信するまでの時間をそのままアイデア発想時間とみなすことはできないが、各々のメンバがアイデアを発想できるまで必要な時間をかけ、メッセージを作成している。したがって非同期コミュニケーションツールではメンバ毎に、アイデア発想に必要な時間を与え、グループ発想作業を行うことができています。

(2) 非同期コミュニケーションツールにおけるメッセージ送信遅延時間の分析

図4.9,4.10の網掛け文字で示した時間が大きな遅延時間である。被験者へのインタビューにより、グループ1のメンバ1の大きな遅延時間(図4.9の網掛け文字で示した時間)については、アイデアの発想に時間がかかったことと、メッセージが来ているのに気づくのが遅れたこと、の2つの原因が重なり生じたことが分かった。また、グループ2のメンバ2,3の10分程度の遅延時間(図4.10の網掛け文字で示した時間)は、単にアイデアの発

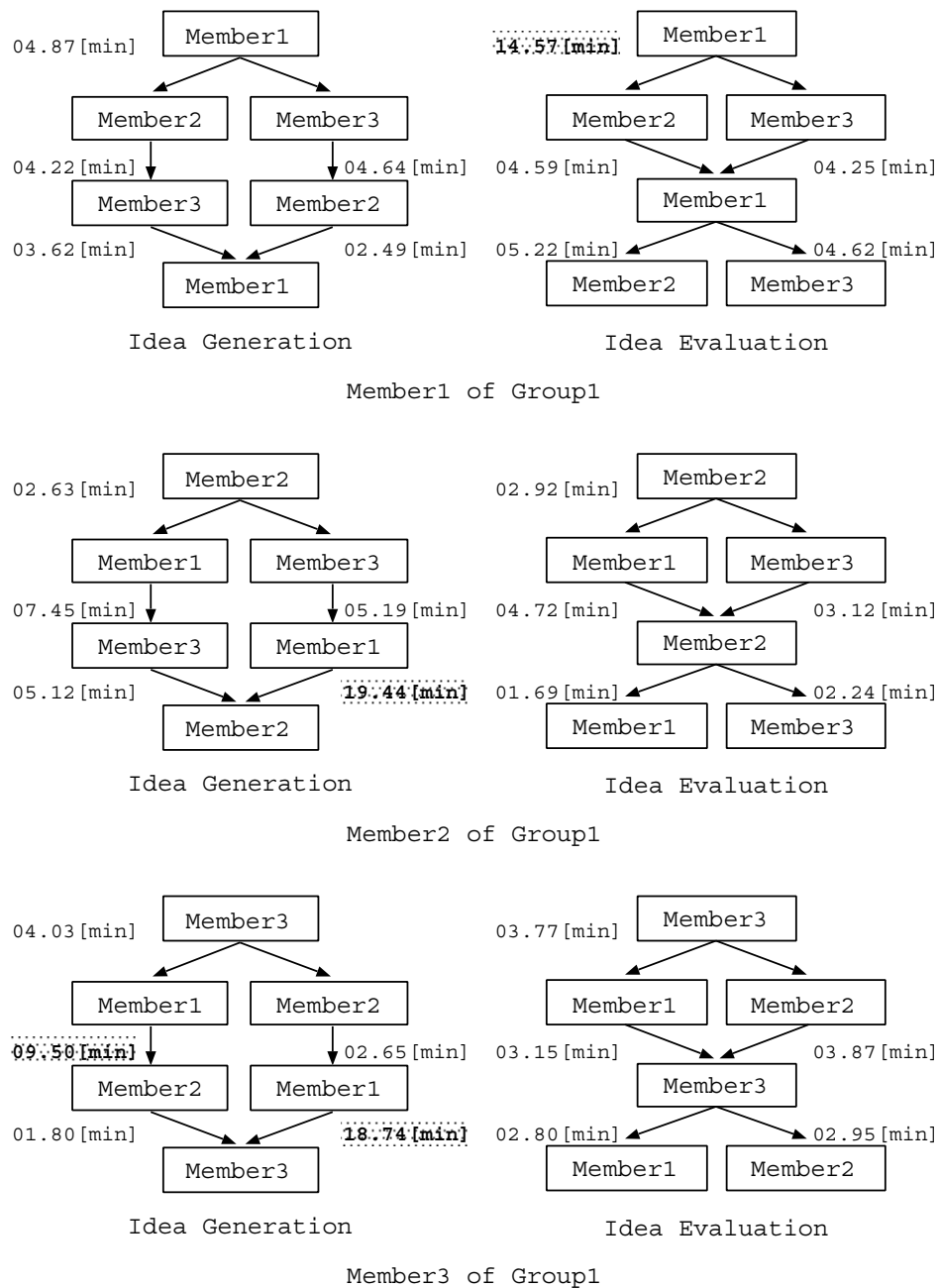


図 4.9 グループ 1 におけるメッセージ送信に要した時間

想に時間がかかったことが原因であることが分かった。

1 人のメンバに遅延時間が発生すると，次のメンバへグループ発想作業を促すメッセージを送信するのが遅れ，グループ全体としての作業時間が延びることになる．しかし，本

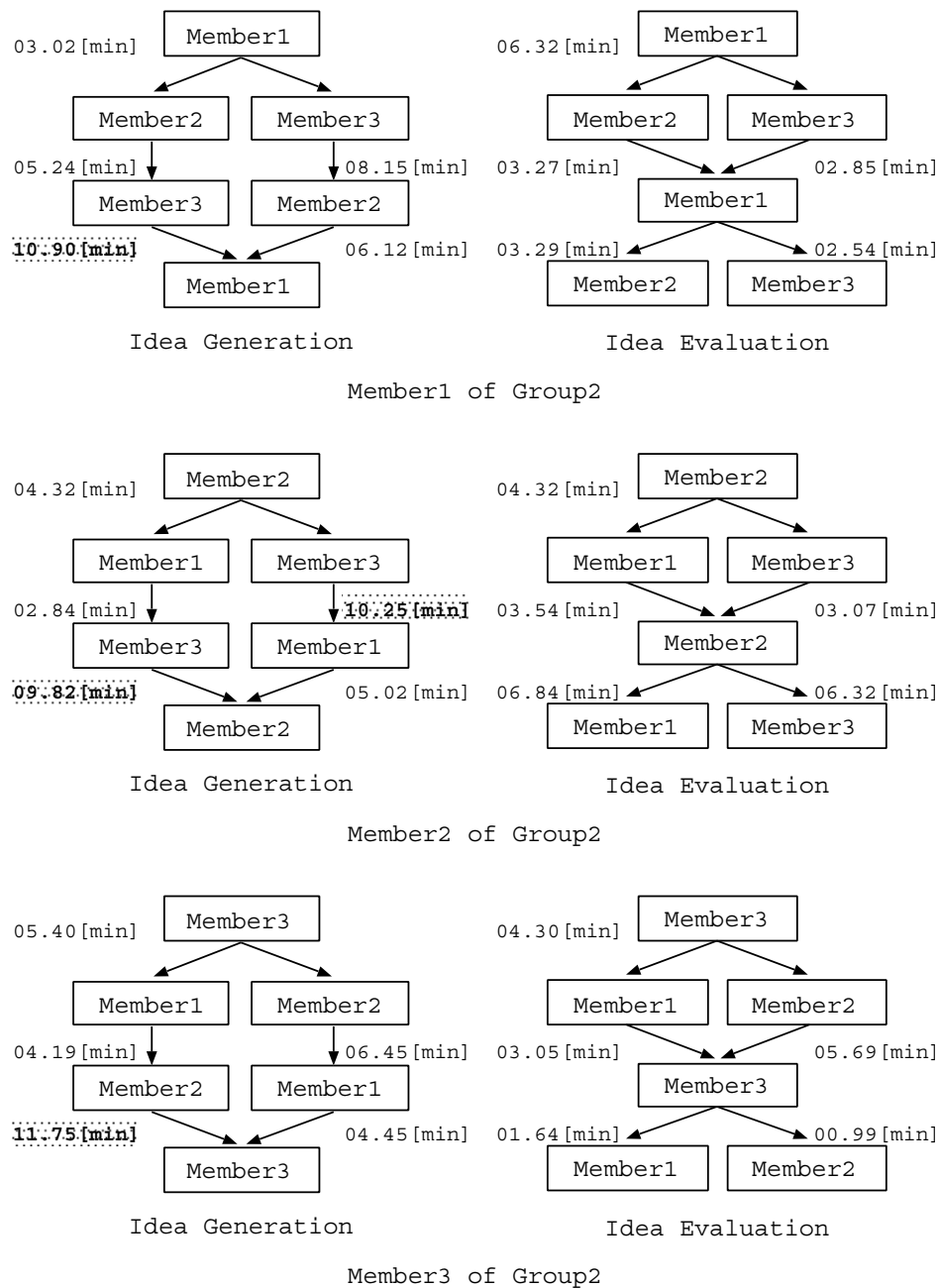


図 4.10 グループ 2 におけるメッセージ送信に要した時間

実験では，指示したメッセージ作成時間よりも短い時間でメッセージを作成した被験者もあり，グループ全体としての作業時間は想定時間（42 分間）より短かった（グループ 1：37.5[min]，グループ 2：34.6[min]）。

表 4.1 同期コミュニケーションツールにおけるメッセージ数

グループ	各アイデアに対するコミュニケーション					
	A-II	B-II	C-II	A-III	B-III	C-III
3	3	7	8	3	8	5
4	4	3	4	5	6	3

表 4.2 同期コミュニケーションツールにおけるアイデア発展のメッセージ数

グループ	各アイデアに対するコミュニケーション					
	A-II	B-II	C-II	A-III	B-III	C-III
3	1	5	4	2	5	3
4	0	3	1	1	1	2

(3) 同期コミュニケーションツールにおけるアイデア発展のメッセージ数の分析

表 4.1, 4.2 に示すように, グループ 4 はグループ 3 に比べ, メッセージ数に対するアイデア発展のメッセージ数の割合が少ない. グループ 4 のメンバが送信したメッセージの分析より, 単にアイデアの良い点を伝え, それに感想を返答するようなやり取りで終わってしまっていたことが原因であった. すなわち, グループ 4 のメンバは, このようなメッセージのやり取りをしていたにもかかわらず, アイデア発展のメッセージを送信しなかったことを示している.

一方, グループ 3 では, メンバ毎にメッセージ数にばらつきがあるが, メッセージ数が多くなると, アイデア発展のメッセージが増えている. グループ 3 のメンバが送信したメッセージの分析より, メッセージ数が多い場合には, 4.3.2 節に示したコミュニケーションの進行パターンによる進行役の指示通りに, タイミング良く互いにアイデア発展のメッセージを出し, さらにそれを互いに発展させていくメッセージのやり取りをしていた(例えば, 4.3.3 節の図 3.8).

したがって, 同期コミュニケーションツールでは, 必ずしもメンバが, 進行役の指示に従いタイミング良くメッセージをやり取りできるわけではなかった.

双方のツールによって発想されたアイデアの量と質の評価

創造的思考は, ただ 1 つの正答を導くような思考である収束的思考と多くの解決策を発想する発散的思考に区別できる [18]. そこで, 発散的思考支援の視点から双方のツールに

より発想したアイデアの量と質を評価する．アイデアの量と質の評価手法 [19], [30] に従い，流暢性，柔軟性，独自性により評価する．評価者は筆者個人であり，グループ 1, 2, 3, 4 の順に評価を行う．

評価対象のアイデアには，各メンバの起点となるアイデア（焦点法で得られたアイデア）と収束的思考が含まれる最終案は含まれていない．双方のツールにおいてアイデア発展のメッセージはアイデアとして評価対象に含めている．

また，非同期コミュニケーションツールでは前節で述べたように，アイデア発展のメッセージの，前のアイデアの良い点，自分の発展案のアピールポイントに，自分の観点から拡大解釈して考えた良い点，発展案の魅力を新たな観点から説明したアピールポイントなどがあったため，これもアイデアとして評価対象に含めている．同様に，同期コミュニケーションツールのチャットコミュニケーションにおいても，評価者の良い点，評価されるメンバの補足説明に，新たな観点からのメッセージがあったため，アイデアとして評価対象に含めている．これらを実評価対象に含める基準は，前のアイデアや自分のアイデアに書かれていないものであることである．

非同期コミュニケーションツールの評価対象のメッセージは，アイデア発展のルール 1 ~ 3 を I ~ III，アイデア評価のルール 1 ~ 3 を IV ~ VI で表した場合，I, II, V のメッセージである．

(1) アイデアの数を調べる流暢性評価

(a) 重複しているアイデア (b) テーマから外れているアイデア (c) 実現不可能なアイデア，を除外したアイデアの数を調べる．評価基準はそれぞれ次のようにする (a) 表記が同じまたは同義語，略語を使用しているもの (例：「動物を飼う」「ペットを飼う」など)．(b) 課題に示されている制約を満たさないもの (例：キーボードからの入力条件となっているが，音声入力をするようなアイデアなど) (c) 実現不可能なアイデア (例：授業で学習した範囲を超えるアイデア：人工知能など)．

流暢性評価はグループ 1, 2, 3, 4 の順に，約 2 時間で行った．すべてのグループにおいて (b) (c) に該当するものはなく (a) のみ該当するものがあった．表 4.3 に評価結果 (表中の数 (列名) は評価対象のアイデアの総数である) を示す．また，グループのメンバ毎

表 4.3 アイデアの量と質

グループ	数	流暢性評価	柔軟性評価	独自性評価
1	30	27	3	6
2	45	30	4	12
3	26	26	3	7
4	14	12	3	3

表 4.4 非同期コミュニケーションツールにおける流暢性

グループ	メンバ	II	III	V	合計
1	1	5	2	1	8
1	2	3	4	2	9
1	3	4	4	2	10
2	1	5	5	4	14
2	2	2	3	2	7
2	3	3	5	2	10

表 4.5 同期コミュニケーションツールにおける流暢性

グループ	メンバ	II	III	合計
3	1	2	3	5
3	2	6	6	12
3	3	5	4	9
4	1	1	2	3
4	2	4	1	5
4	3	1	3	4

の流暢性評価の結果を表 4.4, 4.5 に示す。表 4.4, 4.5 は、それぞれ、非同期コミュニケーションツールでのステップ II, III, V に対する流暢性評価の結果、同期コミュニケーションツールでの図 3.3 の II, III の段（シートとチャットコミュニケーションの両方）に対する流暢性評価の結果であり、各メンバが表中の数のアイデアをもらったことを示す。

表 4.4 より、グループ 1 のアイデア数（表 4.4 の合計）の平均と分散が平均 $\bar{x} = 9.0$ 、分散 $s^2 = 0.67$ （最もアイデア数が少ないメンバで 8 個）であり、グループ 2 では平均 $\bar{x} = 10.3$ 、分散 $s^2 = 8.2$ （最もアイデア数が少ないメンバで 7 個）である。一方、表 4.5 より、グループ 3 のアイデア数（表 4.5 の合計）の平均と分散が、平均 $\bar{x} = 8.7$ 、分散 $s^2 = 8.2$ （最もアイデア数が少ないメンバで 5 個）であり、グループ 4 では平均 $\bar{x} = 4.0$ 、分散 $s^2 = 0.67$ （最もアイデア数が少ないメンバで 3 個）である。

4.2.1 節，4.3.2 節に示すように，双方のツールにおいて，少なくとも6つ以上のアイデアが他のメンバから得られることを期待したが，同期コミュニケーションツールでは，そのようにはならず最もアイデア数が少ないメンバではその数を下回った．一方，非同期コミュニケーションツールでは，すべてのメンバで7つ以上のアイデア数であった．したがって，グループ1,2(非同期コミュニケーションツール)が，グループ3,4(同期コミュニケーションツール)よりも，最もアイデア数が少ないメンバにおいて，アイデア数を，ある程度保つことができていた．

(2) アイデアの広さ，観点の多さを調べる柔軟性評価

本研究では，起点となるアイデアに依存しない観点として (a) シナリオ構成 (b) シーンの入力 (選択肢) (c) シーンの出力 (画面) (d) データ構造 (e) アルゴリズム，の5つの観点からなる観点リストを作成し，発想したアイデアを観点リストに割り当て，割り当てられた観点の数を調査する．流暢性評価により得られたアイデアに対して柔軟性評価を行う．本研究では，起点となる個人のアイデアが異なれば，それを発展させたアイデアも内容が異なることになる．このため，柔軟性評価では起点となるアイデアに依存しない観点リストを作成している．評価基準はそれぞれ次のようにする (a) シナリオの分岐，シーンの遷移に関するもの (例：「プレイヤーがこれまでのシーンで鍵を見つけているかいないかで次のシーンが決まるようにする」など) (b) ユーザに入力させるデータ，選択肢の項目に関するもの (例：「数値を入力させ，詳細な設定ができるようにする」など) (c) シーンでの文字出力に関するもの (例：「アスキーアートで風景を表現する」など) (d) プレーヤ，シーンなどのデータ構造の実装に関するもの (例：「プレイヤーの感情 (喜怒哀楽) を表す構造体を定義する」など) (e) プレーヤ，シーンなどのデータの処理手順の実装に関するもの (例：「戦闘で相手に与えるダメージをプレイヤーの状態と乱数により偶発的に決定する」など)

柔軟性評価はグループ1,2,3,4の順に，約1時間で行った．柔軟性評価の結果を表4.3に示す．すべてのグループにおいてアイデアの観点の数には，ほとんど変わりはなく，非同期コミュニケーションツール(グループ1,2)と同期コミュニケーションツール(グループ3,4)の支援による違いは現れなかった．

(3) アイデアのユニークさを調べる独自性評価

独自性評価では、似たものがないアイデアの数を主観的判断基準により調査する。流暢性評価により得られたアイデアに対して独自性評価を行う。本研究の独自性評価では、他のメンバが発想した抽象的なアイデアを実現に向けて具体化したようなアイデアも似たものとみなしている。

例えば、「スポーツ選手の育成シュミレーションゲームをつくる」というアイデアに対して「陸上競技の種目を選んでアスリートを育成する」というアイデアが出た場合には、対象の具体化とみなし似たものとして除外する。逆に「レストランとかの場所を見つけ食事をするゲームをつくる」というアイデアに対して「食べた料理を記憶していくとグルメになり、みんなの人気者になる」という新たな観点からのアイデアが出た場合には、ユニークなアイデアとみなす。

独自性評価はグループ1, 2, 3, 4の順に、約1時間で行った。独自性評価の結果を表4.3に示し、グループのメンバ毎の独自性評価の結果を表4.6, 4.7に示す。すべてのグループにおいてユニークなアイデアの数が少ないメンバがあり、非同期コミュニケーションツール(グループ1, 2)と同期コミュニケーションツール(グループ3, 4)の支援による違いは現れなかった。

双方のツールによって発想した最終案をもとに作成した仕様書の創造性の分析と評価

最終案をもとに学生が作成したゲームの仕様書における創造性の分析、評価を行う。適用実験で使用した課題は、ソフトウェア演習授業のレポート課題の1つであり、仕様書(シナリオの説明)、プログラム、実行例などを解答する。

学生は、適用実験を行ったソフトウェア演習授業の日の1週間後までにレポートを提出する。学生には1人1台のUNIXワークステーションが与えられている。レポートの作成の際には、教わったり教えたりなどの他の学生との協力をすることもできる。他の学生と協力するかしないかは学生の自由である。基本的に、すべての学生が同じコンピュータ環境でレポートを作成する。本実験では被験者である学生に、実験に参加していない学生と同じ条件でレポートを作成させている。

表 4.6 非同期コミュニケーションツールにおける独自性

グループ	メンバ	II	III	V	合計
1	1	1	0	0	1
1	2	0	0	0	0
1	3	3	2	0	5
2	1	3	3	1	7
2	2	0	1	1	2
2	3	0	2	1	3

表 4.7 同期コミュニケーションツールにおける独自性

グループ	メンバ	II	III	合計
3	1	1	1	2
3	2	1	2	3
3	3	1	1	2
4	1	0	2	2
4	2	0	0	0
4	3	0	1	1

被験者である学生のレポート提出については、グループ 1, 2 の学生 6 名とグループ 3, 4 の学生 5 名は期限までに提出したが、グループ 3 のメンバ 2 がレポート提出期限までに提出しなかった。このため、分析と評価の対象からグループ 3 のメンバ 2 の仕様書を除いている。

レポートの作成においては、すべての被験者が同じコンピュータ環境でレポートを作成しており、また、適用実験で発想したアイデアがすべての被験者で異なっているため、他の学生と協力した場合においても、適用実験の課題の解答は同じものになることはなかった。このため、レポートの作成において問題は発生しなかった。

(1) 最終案をもとに作成した仕様書の創造性の分析

仕様書では、ゲームのシナリオ構成を図示し、プレーヤの入力とプレーヤの状態によるシーンの遷移を説明するが、被験者の仕様書のシナリオ構成に、双方のツールによって発想したアイデアが活かされていた。

例えば、グループ 1 のメンバ 2 は「陸上競技の種目を選んでアスリートを育成する、本人の精神面まで管理することで本格的なものにする」という最終案であった。仕様書では、

オリンピックに出場することを目指して練習するシナリオ構成にし、プレーヤの練習の仕方によってはケガをしてゲームオーバーになるシーン遷移などが示されていた。また、グループ2のメンバー3は「プレーヤがギタリストであり、様々なギタリストが出題する知識や技術に関する問題を解いて倒していき伝説のギターを手に入れる」という最終案であった。仕様書では、問題と回答の選択肢によるシナリオ構成にし、総合得点ポイントが最後に出力されるシーン遷移にしていた。これらの2人のメンバーは、表4.4に示した他のメンバーからのアイデアを活用していた。例えば、グループ1のメンバー2では、他のメンバーの「細かい設定ができる」「レベルアップができる」などのアイデアをもらい「本人の精神面まで管理することで本格的なものにする」という最終案をまとめ、それをもとに仕様書を作成していた。また、グループ2のメンバー3は、初期案（起点となるアイデア）は「問題を解いて伝説のギターを手に入れる」であったが、他のメンバーの「人物の知識も欲しい」「技術も欲しい」などのアイデアをもらい「様々なギタリストが出題する知識や技術に関する問題を解く」という最終案をまとめ、それをもとに仕様書を作成していた。

一方、グループ3のメンバー1は「満席だったり、故障していたりなどの問題を避け、トイレを探すゲーム」という最終案であった。仕様書では、様々な問題が発生するシーンを用意し、それを上手く避けていくシナリオ構成にしていた。また、グループ4のメンバー2は「ライブを成功させ、アーティストを成長させるゲーム」という最終案であった。仕様書では、歌唱力を上げる練習をしたり、アルバイトをしてお金を貯めたりしながらライブを行い成長させるシナリオ構成にしていた。これらの2人のメンバーも同様に、表4.5に示した他のメンバーからのアイデアを活用していた。しかしながら、他のメンバーからもらったアイデア数が少ない場合に、初期案から最終案への発展方法に違いが見られ、それによる仕様書への影響があった。例えば、グループ3のメンバー1とグループ4のメンバー2はともに5つのアイデアをもらったが、グループ3のメンバー1は「鍵が掛っている」や「水がない」などの問題に関するアイデアを取り入れ最終案をまとめ、それをもとに仕様書を作成していたのに対し、グループ4のメンバー2は「ライブが失敗したらお金が減る」というアイデアのみを取り入れ最終案をまとめ、それをもとに仕様書を作成していた。

（2）最終案をもとに作成した仕様書の創造性の評価

本研究では、創造的認知に関する研究において明確な評価方法が示されている独創性、賢明性を取り上げ、創造性を評価する [15]。独創性ととも賢明性を評価するのは、珍しいだけで意味を持たないものを除くためである。

独創性評価は、評価者が同じ課題に取り組んだ時に思いつかなかったゲームであるかを表すもので、次の5段階すなわち、1：非常にありふれている、2：ありふれている、3：どちらともいえない、4：独創的、5：非常に独創的、により判定する。賢明性評価は、ゲームとしてうまく作られているかを表すもので、次の5段階すなわち、1：非常にいいかげん、2：いいかげん、3：どちらともいえない、4：賢明、5：非常に賢明、により判定する。

創造性評価は、独創性と賢明性の評価（15名の評価者による評価）が共に平均3.0以上であるものを、創造性のある仕様書とする。平均3.0以上という基準は、本研究でのみ用いた最低の基準であり、平均して否定的な評価を受けないレポート（仕様書）を作成できるかを判断するために用いている。すなわち、誰もが認める創造性のある仕様書であるかを調査するためではなく、学生の課題解決を肯定的に評価し、少しでも創造性があるものを調査する立場で評価を行っている。

評価者は同じ課題に取り組んだ上級生である3年次の学生15名であり、すべての評価者が、非同期コミュニケーションツールを使用したグループ1,2の学生6名と、同期コミュニケーションツールを使用したグループ3,4の学生5名が作成したすべての仕様書を評価する。

表4.8に評価結果を示す（表中の括弧内は標準偏差である）。独創性と賢明性の評価が共に平均3.0以上であった学生は、グループ1,2からは5名であったが、グループ3,4からは3名であった。

表4.8より、グループ1,2の独創性、賢明性評価が、グループ3,4よりも低くなっており、グループ3,4の平均3.0以上のメンバは、独創性、賢明性評価のそれぞれにおいて、上位3位を占めている。

レポート提出後にアンケート調査をしたところ、レポート作成時に他の学生と協力したかという質問に対して、グループ1,2の2名が個人でレポートを作成した、グループ3,4の2名が実験に参加していない学生と協力した、その他の全員はグループのメンバに加え、

表 4.8 仕様書における創造性（評価者 15 名）

グループ	メンバ	独創性	賢明性	創造性
1	1	3.5 (0.62)	3.1 (0.77)	○
1	2	3.7 (0.77)	3.1 (0.72)	○
1	3	3.1 (0.81)	3.0 (0.63)	○
2	1	3.9 (0.77)	3.5 (0.81)	○
2	2	3.7 (0.79)	3.5 (0.88)	○
2	3	3.2 (1.28)	2.9 (1.44)	×
3	1	4.7 (0.77)	3.9 (1.20)	○
3	3	2.5 (0.72)	3.1 (0.96)	×
4	1	4.2 (0.75)	3.7 (0.68)	○
4	2	4.3 (0.47)	3.9 (1.09)	○
4	3	3.1 (1.09)	2.7 (0.93)	×

実験に参加していない学生とも協力した、と回答した。このようなレポート作成時の協力関係に多少の違いがあるものの、その他は、グループ 1, 2 とグループ 3, 4 でレポート作成の取り組み方に大きな違いはなかった。上述の(1)で述べたグループ 3 のメンバ 1 が 1 位、グループ 4 のメンバ 2 が 2 位であり、仕様書から分析すると、グループ 3 のメンバ 1 は、他のメンバからの 5 つのアイデアを活用し、評価対象の中で最もシーン数が多いシナリオ構成となっていた。一方、グループ 4 のメンバ 2 は他のメンバからの 1 つのアイデアしか活用していなかったため、最終案のほとんどが自分の初期案であったにもかかわらず、高い評価となっていた。ただし、グループ 4 のメンバ 3 の場合も同様に、最終案のほとんどが自分の初期案であったが、仕様書は低い評価となっていた。したがって、グループ 4 のメンバ 2 の初期案が、他のメンバよりも優れていたといえる。

4.4 考察

4.4.1 双方のツールによる効果

適用実験の結果より、同期コミュニケーションツールでは、時間制限や進行役により指示を与え発言を強制しても、メンバが必ずしもタイミング良く発言できるわけではなかった。その結果、グループ発想作業におけるメンバ毎のアイデア数が、期待した数に達しなかった。すなわち、メンバによっては、かなり少ない数のアイデア数しか得られないこと

表 4.9 先行研究の評価実験におけるアイデアの量と質

グループ	数	流暢性評価	柔軟性評価	独自性評価
1	22	19	4	5
2	39	34	5	5

表 4.10 先行研究の評価実験における流暢性

グループ	メンバ	II	III	合計
1	1	1	3	4
1	2	4	3	7
1	3	3	5	8
2	1	3	13	16
2	2	5	7	12
2	3	4	2	6

があった。

表 4.9, 4.10 に, 先行研究の評価実験(同期コミュニケーションツールにおいて進行役, 会話時間がグループに任せられている場合)におけるアイデアの量と質の評価の結果を示す。表 4.10 より, グループ 1 のアイデア数(表 4.10 の合計)の平均と分散が, 平均 $\bar{x} = 6.3$, 分散 $s^2 = 2.9$ (最もアイデア数が少ないメンバで 4 個)であり, グループ 4 では平均 $\bar{x} = 11.3$, 分散 $s^2 = 16.9$ (最もアイデア数が少ないメンバで 6 個)である。先行研究の評価実験では進行役, 会話時間がグループに任せられているが, 本研究の評価実験では発言が進行役により指示され, 会話時間に制限を設けている。このように条件が異なるにもかかわらず, かなり少ない数のアイデア数しか得られないメンバがいた。

一方, 非同期コミュニケーションツールでは, 発言回数と順番は予め決められているが, メンバ毎のタイミングで発言ができるため, すべてのメンバが一人も欠くことなく発言ができ, メンバ毎のアイデア数を, ある程度保つことができた。ただし, これは非同期コミュニケーションツールを, 同室で同時に参加者に使用させた場合の効果である。

4.4.2 双方のツールの活用方法

本研究および先行研究により, 双方のツールによるグループ発想作業を組み合わせた活用方法を検討することもできる。例えば, 演習の授業時間において同期コミュニケーション

ンツールによるグループ発想作業が効果的にできなかった場合に、演習授業後に非同期コミュニケーションツールによるグループ発想作業をさせることなどである。すなわち、非同期コミュニケーションツールの併用により、長期間や離れた場所でコミュニケーションが行えるという利点を検討する。

しかしながら、非同期コミュニケーションツールを長期間や離れた場所で使用する場合には、同室で同時に使用する場合よりも、メンバが作業を行う時間や場所に自由が与えられるため、メッセージ送信の遅延時間が長くなり過ぎることが予想され、グループ発想作業全体の停滞につながる可能性がある。非同期コミュニケーションツールでは、既存のメールソフトを用いているため、メッセージ送信の遅延の原因が、グループ発想作業の指示メッセージが来ていることに気づいていないためか、気づいているが忙しいため後でメッセージを送信しようとしているのか、または、単に時間をかけてメッセージを作成しているためか、などを判断できない。したがって、このような状況を自動的に判断して、全メンバに作業状況を知らせたり、作業が長時間停滞するような場合には、新たなメンバに変更しグループのメッセージの配送方法を修正するなどの対応が必要になる。このような対応の1つの実現方法として、エージェントを用いてメールソフトを作成し、ログイン、キーボード入力の監視などによりメンバの状態を自動的に判断し他のエージェントと通信することで、グループ発想作業全体の進行状態を監視し、適切に制御する方法を検討することができる。

4.4.3 関連研究との比較

同期、非同期コミュニケーションツールを用いてブレインストーミングを行わせた場合には、同期コミュニケーションツールを使用したグループでは基礎的なアイデア（課題に関する事実など）の数とアイデアの総数が多く、非同期コミュニケーションツールを使用したグループでは、アイデアの総数に対する推論によるアイデア（基礎的なアイデアの組み換えや合成によるアイデアなど）の割合が多いという実験結果がある [34]。これに対し本研究の実験結果では、どちらのツールを使用したグループにおいても、アイデアの総数については大きな違いが見られなかった。また、基本的にアイデアの内容にも違いは見ら

れなかった．これは，適用したグループ発想法が異なること，同室で同時に非同期コミュニケーションツールを使用させたことが原因であると予想される．

一方，紙のシートを電子化し，既存の発想法であるブレインストーミング法やブレインライティング法などを拡張した非同期コミュニケーションツール，システムに関する研究が行われている [37], [38]．電子メールを用いてグループ発想作業を行わせる協調的思考支援システム BWS-1[37] では，ブレインライティング法を拡張し，アイデア毎にシートを分割し分岐が可能な配送方法を実現している．その試行実験の結果では，締め切り時間を長く設定するとある特定の個人のところに電子メールがたまるようになる，などの問題点が示されており，電子メールを用いたグループ発想作業には効率面での問題があることが示されている．本研究では，作業効率を多少落としても，メンバ毎のタイミングで発言できることに重点を置いている．その結果，メンバ毎のアイデア数を，ある程度保つことができています．

4.5 まとめ

本章では，1.2.2 節で述べた課題 (T2) の解決を目指し，コンピュータネットワークによる非同期コミュニケーションを活用した支援ツールの実現を目的とし，これに対して，個々のメンバのタイミングでメッセージを発信できる非同期性を活かし，空間的・時間的制約が少ない創造的活動を支援する手法を提案した．これによって，アイデアの発想・発展に対する時間的制約を減らし，メンバ毎の発言やアイデアの数を，ばらつきなく，ある程度保たせることにより，効果的に創造的な課題解決を行わせることが可能となった．これについては大学演習授業での実践的な評価実験を行い，提案手法の有効性を確認した．これは，課題 (T2) の解決に寄与する．

第5章 結論

第5章「結論」では，本論文のまとめと本研究の貢献についてまとめ，今後に残された課題について述べる．

5.1 本研究成果のまとめ

5.1.1 本研究の背景

近年，大学教育では，創造性を考慮した，専門知識を問題解決に応用できる能力，社会の要求を解決するためのデザイン能力，の育成が重視されてきている．このような創造性の育成に対する取り組みの一つとして，大学教育ではグループ学習手法により課題を解決する講義，演習が広く行われている．グループ学習手法では，小集団を形成することにより，一斉学習では，なかなか生じにくい学習者間の相互作用を生じさせ，接触しあうことにより思考の拡大・深化を図ることができる．すなわち，グループ学習手法により，課題解決のためのアイデアの発想・発展などの学習者間の創造的な相互作用を生じさせる．

しかし，学習者グループにそのような活動を任せ，期待する手法であるため，能力の高いメンバが先導してしまい能力の低いメンバが積極的に参加できない，他のメンバに同調するだけの消極的なメンバが現れるなど，必ずしも期待した結果とならないという問題がある．したがって，このようなグループ学習手法を効果的に行わせるためには，積極的に学習者間の相互作用を生じさせる支援が必要である．

そのような相互作用を直接的に支援する方法の一つとして，グループ学習手法に既存の発想法を適用し，アイデアの発想・発展などの相互作用を促進させる手法も提案されている．既存の発想法の適用により，アイデアの発想・発展などの相互作用に対する，ルールおよびフローを与え，効果的にグループ学習手法を行えるようにする．すなわち，従来の

グループ学習手法に比べ、議論などのコミュニケーションにおける進行役や調整役の負担を減らし、創造的活動そのものに集中させることができる。しかしながら、前述の問題の解決とまでには至っておらず、グループのメンバ全員を積極的に参加させる支援がさらに必要となっている。すなわち、グループのメンバ全員の創造性を育成するための相互作用を生じさせる支援が求められている。

本研究では、グループのメンバ全員の創造的な活動を支援するために、グループで知識を組織的に活用する手法に焦点を当てた。そして、知識の組織的な活用方法を定めた新たなグループ発想法を提案し、これを導入した新たなグループ学習手法を提案した。さらに、この手法に従い教員などの指導員や参加者が容易に実施でき、なおかつ効果的にグループの創造的な活動を行うことができる支援ツールが実現した。これにより創造性を育成する教育の普及、大学教育の範囲を超えた応用を目指している。

5.1.2 各章の要約

第1章「序論」では、本研究を行うに至った背景について概説し、本研究の対象とする創造的活動および既存研究に対する本研究の位置付けを示した。また、本研究の目的と課題について述べた。

第2章「グループ発想法を用いて創造的な課題解決を支援するグループ学習手法」では、(T1)のグループのメンバ全員の創造的活動を支援することを目的とした知識の組織的な活用方法の確立を目指し、グループの創造的活動の促進およびグループのメンバ全員の創造性の育成を目的とした。これに対して、知識の組織的な活用方法を定めた新たなグループ発想法を提案した。そして、大学教育における創造性の育成のために、これを導入した新たなグループ学習手法を提案した。これによって、グループのメンバ全員が積極的に参加し、それぞれの知識を活用することによって創造的な課題解決を行うことが可能となった。これは、課題 (T1) の解決に寄与する。

第3章「創造的な課題解決を支援する同期コミュニケーションツール」では、(T2) 大学教育および教育以外への応用において、指導者または参加者が容易に実践でき、なおかつ効果的にグループの創造的活動を支援することのできるツールの実現を目指し、コンピュー

タネットワークによる同期コミュニケーションを活用した支援ツールの実現を目的とした。これに対して、コンピュータネットワークによる同期コミュニケーションを活用し、紙のシートを用いたグループ学習手法では不可能であった、即時性を活かした相互作用を促進する手法を提案した。これによって、アイデアの発想・発展を効果的に行えるコミュニケーションを促進し、創造的な課題解決を行わせることが可能となった。これは、課題 (T2) の解決に寄与する。

第4章「創造的な課題解決を支援する非同期コミュニケーションツール」では、(T2) 学教育および教育以外への応用において、指導者または参加者が容易に実践でき、なおかつ効果的にグループの創造的活動を支援することのできるツールの実現を目指し、コンピュータネットワークによる非同期コミュニケーションを活用した支援ツールの実現を目的とした。これに対して、個々のメンバのタイミングでメッセージを発信できる非同期性を活かし、空間的・時間的制約が少ない創造的活動を支援する手法を提案した。これによって、アイデアの発想・発展に対する時間的制約を減らし、メンバ毎の発言やアイデアの数を、ばらつきなく、ある程度保たせることにより、効果的に創造的な課題解決を行わせることが可能となった。これは、課題 (T2) を解決に寄与する。

第5章「結論」では、本論文のまとめと、大学教育における創造性の育成への貢献、教育以外への応用をまとめ、今後に残された課題について述べる。

5.1.3 本研究の効果

大学教育における創造性の育成への貢献

本研究では、メンバ全員が積極的に参加し効果的に創造的な課題解決を行うことができる、知識の組織的な活用方法を確立することを目的とし、知識の組織的な活用方法を定めた新たなグループ発想法を提案した。そして、大学教育における創造性の育成のために、これを導入した新たなグループ学習手法の手法を提案した。この手法では、従来手法における、能力の高いメンバが先導してしまい能力の低いメンバが積極的に参加できない、他のメンバに同調するだけの消極的なメンバが現れるなどの問題点を解決することができる。すなわち、メンバ全員の課題解決を効果的に行わせるために、組織（グループ）を形成し

その知識を組織的に活用させることにより，この問題を解決している．

本研究のグループ学習手法には学習者側において次の利点がある（１）学習者が演習の時間内で課題解決のアイデアを発想することができる（２）学習者が広い視野に立ち課題解決のアイデアを発想することができる（３）学習者が学習者間の相互作用により実現可能なアイデアを発想することができる．一方，指導者側においても次の利点がある（１'）授業時間内にグループ学習手法を理解させ実施することができる（２'）グループで共通の課題を解決する場合とは異なり，単に他者の解答を写すような行為は行われない（３'）他者の観点に気づくことにより自己の観点を広げる方法や，他者のアイデアの発想，発展方法を学習させることができる．

このように，本研究の手法は，コンピュータネットワークを活用した支援ツールの提供を含め，学習者および指導者にとって利点があり，大学教育における創造性の育成に貢献することができる．

創造性を育成する教育の普及および教育以外への応用

本研究では創造性を育成する教育の普及および教育以外への応用を考慮し，コンピュータネットワークによる同期コミュニケーション，非同期コミュニケーションのそれぞれの利点を活かした２種類の支援ツールを実現した．同期コミュニケーションによる支援ツールでは，紙のシートを用いたグループ学習手法では不可能であった，即時性を活かした参加者の相互作用手法の導入および作業の効率化を支援することができる．一方，非同期コミュニケーションによる支援ツールでは，個々の参加者のタイミングでメッセージを発信できる非同期性を活かし，アイデアの発想・発展に対する時間的制約を減らし，メンバー毎の発言やアイデアの数を，ある程度保たせることによって，効果的に創造的活動を支援することができる．

このような支援ツールは，一般の人々の創造的な課題解決にも活用することができる．本研究のグループ学習手法は大学の演習授業での課題解決を前提としているが，グループ発想法およびその作業を支援する２種類のツールは汎用的に活用できるものである．また，これらのツールは，３章の考察で述べたように，課題解決だけでなく，組織の問題共有に

も役立つことが分かっている。したがって、次世代の社会であるサイバー社会（実空間とデジタル空間の連携・統合に基づいて形成される強化・拡張された現実社会）[39]において、このようなツールがいつでもどこでも活用することができるようになれば、創造的な課題解決および円滑な組織活動の支援に貢献することができる。

5.2 今後の課題

5.2.1 グループ発想法およびグループ学習手法の有効性調査

本研究のグループ発想法が創造的な課題解決に有効であった要因としては（１）すべてのメンバが対等にアイデアを発想・発展する機会を与えたこと（２）他のメンバのアイデアを閲覧させることにより、自らのアイデアの発想・発展に活かすことができたこと（３）グループでの前向きなコミュニケーションにより、アイデアの発想・発展に対する精神的重圧を軽減させたこと、などがあげられる。応用範囲を拡大させるために、認知心理学の分野におけるリフレクション（内省）の観点などから有効性を検討することが求められる。

また本研究では、ソフトウェア演習への適用実験により、学生の創造的課題解決を効果的に支援できることが分かったが、応用範囲を拡大させるために、より創造性が求められる大学、企業での研究、開発などを対象とし適用可能性を検討することが求められる。

5.2.2 同期・非同期コミュニケーションツールの有効性調査

本研究では、コンピュータネットワークによる同期コミュニケーション、非同期コミュニケーションのそれぞれの利点を活かした２種類の支援ツールを実現し、評価実験により有効性を示したが、大学の教室での実験であるため、同室で同時に参加者にそれらのツールを使用させた場合の有効性となっている。応用範囲を拡大させるため、同期コミュニケーションツールでは離れた場所で同時に使用させた場合、非同期コミュニケーションツールでは離れた場所で異なる時間に使用させた場合、のそれぞれに対して評価実験を行い、有効性を明らかにすることが求められる。さらに、これらの２種類の支援ツールが有効活用できる場면을拡大するために、２種類の支援ツールの使い分けを調査する必要がある。このような評価実験での有効性が明らかとなれば、さらに次世代の社会であるサイバー社会

の実現に貢献ができる。

謝辞

末筆ながら，本研究を行うにあたり，多くの方々よりご助言をいただき，深く感謝いたします．

特に，本研究を遂行するにあたり，日頃から熱心なご指導と励ましを賜りました，東北大学サイバーサイエンスセンター教授・木下哲男先生に深く感謝いたします．木下哲男先生には，エージェント指向知識工学の分野の研究の楽しさとその奥の深さを教えて頂きました．心よりお礼申し上げます．

また，本論文の審査をしていただきました，東北大学サイバーサイエンスセンター教授・曽根秀昭先生と東北大学大学院情報科学研究科教授・加藤寧先生には，多くの有益なご指導とご助言を賜りましたことに感謝いたします．

東北大学名誉教授・宮崎正俊先生と岩手県立大学ソフトウェア情報学部教授・渡邊慶和先生には，社会人博士課程後期３年の課程への編入学の機会を与えて頂きました．深く感謝申し上げます．

勤務している岩手県立大学ソフトウェア情報学部では，岩手と宮城を行き来し研究することに配慮していただき，集中して研究に取り組むことができました．心よりお礼申し上げます．

さらに，東北大学サイバーサイエンスセンター木下研究室のスタッフ・学生の皆様には，ゼミ等における討論やエージェントシステムの開発について相談にのっていただいたことにより，知識を深め研究を進めることができました．また，研究室生活をおくる上でも大変お世話になりました．心より感謝いたします．

最後に，これまでに私を暖かく応援してくれた両親，様々な面で支えてくれた妻，わが

子に感謝して本論文を締めくくります．

参考文献

- [1] 日本教育工学会編：教育工学辞典，実教出版，2000.
- [2] 松浦佐江子，相場 亨：グループワークによるソフトウェア工学教育の試み，情報処理学会研究報告 コンピュータと教育研究会報告 2002-CE-68， Vol. 2003, No. 13, pp. 1-8, 2003.
- [3] Davenport, D.: Experience Using a Project-Based Approach in Industry Programming Course, *IEEE Trans. Education*, Vol. 43, No. 4, pp. 443-454, 2000.
- [4] 生田目康子：ピア・レビューをともなうグループ学習の評価 – 一斉型プログラミング授業への適用，情報処理学会論文誌， Vol. 45, No. 9, pp. 2226-2235, 2004.
- [5] Williams, L., Kessler, R., Cunningham, W. and Jeffrie, R.: Strengthening the Case for Pair Programming, *IEEE Software*, Vol. 17, No. 4, pp. 19-25, 2000.
- [6] ローリー・ウィリアムズ，ロバート・ケスラー：ペアプログラミング，ピアソン・エデュケーション，2003.
- [7] J.T. Gorgone, G.B. Davis, J.S. Valacich, H. Topi, D.L. Feinstein, and H.E. Longenecker, Jr., “IS 2002: Model Curriculum and Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Information Systems,” <http://www.is2002.org/>.
- [8] R.B. Sweeney, “Creativity in the information technology curriculum proposal,” Proceeding of the 4th conference on Information technology curriculum, pp.139-141, 2003.

- [9] 日本技術者教育認定機構 (JABEE) , “ 認定基準の解説 ” ; <http://www.jabee.org/>.
- [10] Aurum, A., Handzic, M. and Gardiner, A.: Supporting Creativity in Software Development: An Application in IT Education, *Current issues in IT education*, IRM PRESS, pp. 77–87, 2003.
- [11] 宮地 功, 中野智子: グループ学習による知識構築型授業の分析, 電子情報通信学会技術研究報告, 教育工学 ET-2003, pp.13–18, 2003 .
- [12] 南野謙一, 関口和人, 阿部昭博, 渡邊慶和: プログラミング演習を対象としたナレッジ・マネジメントによる知識創造支援, 情報処理学会研究報告情報システムと社会環境研究会報告 2004-IS-89, Vol. 2004, No. 88, pp. 17–22 (2004).
- [13] 鷲田小彌太, 分かる使える思考法辞典, すばる舎, 2003.
- [14] 星野 匡: 発想法入門, 日本経済新聞社, 1997.
- [15] R.A. Finke, T.B. Ward, and S.M. Smith, Creative cognition: Theory, research, and applications, MIT Press Cambridge, MA, 1992.
- [16] 田中二郎, 神田陽治編, インタフェース大作戦, 共立出版, 1995.
- [17] 関口和人, 南野謙一, 阿部昭博, 渡邊慶和: ソフトウェア演習を対象とした発想・思考支援システム, 情報処理学会第 67 回全国大会講演論文集 (4), pp. 289–290, 2005.
- [18] 市川伸一編, 認知心理学 4 思考, 東京大学出版会, 2003.
- [19] 高橋誠編著, 創造力辞典, 日科技連出版社, 2002.
- [20] 神田陽治, 渡部勇, 三末和男, 平岩真一, 増井誠生, “グループ発想支援システム: GrIPS ”, 人工知能学会誌, vol.8, no.5, pp.601–610, 1993.
- [21] 宗森純, 堀切一郎, 長澤庸二, “発想支援システム郡元の分散環境型 KJ 法実験への適用と評価 ”, 情報処理学会論文誌, vol.35, no.1, pp.143–153, 1994.

- [22] 川路崇博，國藤進，“グループ発想支援ツール「発想跳び」の試作と評価”，日本創造学会論文誌，vol.4，pp.18–36，2000.
- [23] 金久保正明，荻原将文，“形態分析法と Input-Output 法を応用した発想支援システム”，情報処理学会論文誌，vol.44，no.5，pp.1413–1423，2003.
- [24] 岡本敏雄編著：教育情報工学 2，森北出版，2001.
- [25] 南野謙一，関口和人，阿部昭博，渡邊慶和，“発想法を用いて創造的な課題解決を支援するグループ学習 –ソフトウェア演習への適用”，情報処理学会論文誌，vol.47，no.5，pp.1578–1592，2006.
- [26] S.A. Watts, “Evaluative feedback: Perspectives on media effects,” Journal of Computer-Mediated Communication, vol.12, no.2, pp.384–411, 2007.
- [27] M. London, H.H. Larsen, and L.N. Thisted, “Relationships between feedback and self-development,” Group & Organization Management, vol.24, no.1, pp.5–27, 1999.
- [28] T. Connolly, L.M. Jessup, and J.S. Valacich, “Effects of anonymity and evaluative tone on idea generation in computer-mediated groups,” Management Science, vol.36, no.6, pp.689–703, 1990.
- [29] C.S. Whiting, Creative Thinking, Reinhold Publishing Co., New York, 1958.
- [30] ネウパネウッシュワル，三浦元喜，羽山徹彩，國藤進，“分散型ブレインライティング支援のための環境とそれにおける評価”，日本創造学会論文誌，vol.10，pp.74–86，2006.
- [31] 照井孝幸，南野謙一，渡邊慶和，“コミュニケーションによる問題意識の共有および解決を目的としたグループ発想支援システム”，情報処理学会インタラクシオン 2007 論文集，2007.
- [32] 南野謙一，照井孝幸，木下哲男，“創造的な課題解決を支援するグループ発想支援システム”，電子情報通信学会論文誌 D，vol.J91-D，no.2，pp.166–177，2008.

- [33] K. Minamino and T. Kinoshita, “A Multi-Agent System to Support Group Idea Generation for Creative Problem Solving,” Proc. of Joint 4th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 9th International Symposium on advanced Intelligent Systems, 2008.
- [34] A.I. Shirani, M.H.A. Tafti, and J.F. Affisco, “Task and technology fit: a comparison of two technologies for synchronous and asynchronous group communication,” Information & Management, vol.36, no.3, pp.139–150, 1999.
- [35] H. Hara, K. Sugawara, T. Kinoshita, and T. Uchiya, “Flexible distributed agent system and its application,” Proc. Fifth Joint Conference of Knowledge-based Software Engineering, pp.72–77, IOS Press, 2002.
- [36] 打矢隆弘, 前村貴秀, 菅原研次, 木下哲男, “エージェントシステムのインタラクティブ開発環境,” 電子情報通信学会論文誌 D, vol.J88-D1, no.9, pp.1344–1355, 2005.
- [37] 黒瀬博靖, “協調的思考支援システム BWS-1,” 情報処理学会研究報告グループウェアとネットワークサービス, vol.1993, no.75, pp.57–64, 1993.
- [38] K. Holt, “Brainstorming - from classics to electronics,” Journal of Engineering Design, vol.7, no.1, pp.77–82, 1996.
- [39] 木下哲男, 今野将, 北形元, 打矢隆弘, 原英樹, “シンビオティック・システムの実現に向けて -人, 社会, 環境, 情報システムの協調系- : 2. ソーシャルウェア”, IPSJ Magazine, Vol47, No.8, pp.817-824, 2006.

著者発表論文

学術論文誌

1. 南野 謙一，関口 和人，阿部 昭博，渡邊 慶和，“発想法を用いて創造的な課題解決を支援するグループ学習 - ソフトウェア演習への適用”，情報処理学会論文誌，Vol.47, No.5, pp. 1578-1592, 2006.
2. 南野 謙一，照井 孝幸，木下 哲男，“創造的な課題解決を支援するグループ発想支援システム”，電子情報通信学会論文誌. D，Vol.91, No.2, pp. 166-177, 2008.
3. 南野 謙一，木下 哲男，“創造的な課題解決を対象としたグループ発想作業における非同期 / 同期コミュニケーションツールの効果”，情報処理学会論文誌（投稿準備中）.

国際会議予稿集

4. Ken'ichi Minamino and Tetsuo Kinoshita, “A Web-based System to Support Group Idea Generation for Creative Problem Solving”, Proceedings of International Joint Conferences on Computer, Information, and Systems Sciences, and Engineering, DVD-ROM & Book(to be published in 2009), 2008.
5. Ken'ichi Minamino and Tetsuo Kinoshita, “A Multi-Agent System to Support Group Idea Generation for Creative Problem Solving”, Proceedings of Joint 4th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 9th Inter-

national Symposium on advanced Intelligent Systems, CD-ROM(ISSN 1880-3741), 2008.

6. Ken'ichi Minamino, Hiroshi Nunokawa and Masatoshi Miyazaki, "Lerner-centered learning environment by Multimedia Information Server Mines", HCI International'97, 1997

研究会・全国大会予稿集

7. 南野 謙一, 関口 和人, 阿部 昭博, 渡邊 慶和, "プログラミング演習を対象としたナレッジ・マネジメントによる知識創造支援", 情報処理学会情報システムと社会環境研究発表会, pp.17-22, 2004.
8. 南野 謙一, 阿部 昭博, 渡邊 慶和, "プログラミング演習を対象としたナレッジ・マネジメントの提案", 情報科学技術フォーラム, pp.307-308, 2004.
9. 黒沢, 南野, 佐藤, 渡邊, "知識共有型水稻気象被害軽減システムの開発", 平成 20 年度電気関係学会東北支部連合大会予稿集, p.207, 2008 .
10. 佐々木 哲也, 南野 謙一, 佐藤 匠, 渡邊 慶和, "携帯電話を用いた速報型水稻気象被害軽減システムの開発", 平成 20 年度電気関係学会東北支部連合大会予稿集, p.208, 2008 .
11. 佐藤 匠, 南野 謙一, 黒沢 惟人, 佐々木 哲也, 渡邊 慶和, "知識共有型水稻気象被害軽減システムの提案 -WebGIS と携帯電話の連携による農業支援-", 地理情報システム学会講演論文集, pp.635-638, 2008 .
12. 田村 亘, 南野 謙一, 佐藤 匠, 渡邊 慶和, "水稻気象被害軽減システムによる生産者コミュニティの形成と情報共有", 情報処理学会第 71 回全国大会(発表予定), 2009 .